



Universidade de Aveiro

2020

**ANTÓNIO JOSÉ
ARAÚJO BRITO**

RECUPERAÇÃO DO PRAZO DE EMPREITADAS



**ANTÓNIO JOSÉ
ARAÚJO BRITO**

RECUPERAÇÃO DO PRAZO DE EMPREITADAS

Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil com base no estágio na empresa Constructora San José S.A, realizado sob a orientação científica do Professor Doutor José Claudino de Pinho Cardoso e coorientação do Doutor António Figueiredo do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, e com o acompanhamento do Engenheiro José Carlos Santos da Constructora San José S.A.

O Júri

Presidente

Prof. Doutor Maria Fernanda da Silva Rodrigues
Professor auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Nuno Fernando Oliveira Correia dos Santos
Professor auxiliar da Universidade Lusófona do Porto

Prof. Doutor José Claudinho de Pinho Cardoso
Professor associado da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Aos meus pais e ao meu irmão por todo o apoio e ajuda dado desde o início do meu percurso académico.

À minha namorada Joana por toda a ajuda, conselhos, paciência e apoio ao longo do mestrado.

Agradecer ao Professor José Lapa por sugerir este tema, todos os seus conselhos e partilha de experiências. Também, de realçar a importância do coorientador Doutor António Figueiredo através do seu apoio, orientação, correções e disponibilidade. Um reconhecimento ao Prof. Doutor Claudino Cardoso pela sua cooperação e celeridade nas diversas circunstâncias.

Ao Nilton por todas as oportunidades, ensinamentos e partilha do gosto pela engenharia civil. Similarmente, um obrigado à Lina pela revisão linguística e opiniões que foram uma mais valia na realização deste trabalho.

A todos os trabalhadores da Constructora San José pelas sugestões, partilhas de informações, e enquadramento no contexto empresarial. Em especial ao coorientador Eng. José Carlos Santos, e aos diretores de obra Eng. Bruno Martins e Eng. Teresa Linhares. Também ao Eng. João Mendes e ao Arq. Nuno Fonseca pela partilha de informações e documentos das obras finalizadas.

Palavras-Chave

Condicionantes de obra, metodologia ERP, atrasos em obra, planeamento de recursos, programação dos trabalhos.

Resumo

O setor da construção é uma indústria com um elevado impacto, representando 13,4% de toda a produção na economia mundial. Contudo, o incumprimento dos prazos de execução é um problema recorrente e que afeta a competitividade deste setor.

Em comparação com outros setores, a indústria da construção tem-se mostrado pouco receptiva na aceitação de novas metodologias que possam aumentar a rentabilidade dos seus trabalhadores e os lucros. Este facto talvez ocorra pela indústria da construção ser única no ambiente dos seus trabalhos e na natureza das partes envolvidas. Contudo, a metodologia ERP começou a dar os primeiros passos no setor da construção devido aos excelentes resultados obtidos em outras indústrias.

Esta dissertação tem como objetivo identificar os processos em obra, que condicionam atrasos nas mesmas. Com esta finalidade, foram recolhidos elementos que corroboravam estes atrasos durante o estágio na Constructora San José. Para isso foi realizada uma análise em três obras, com diferentes localizações e tipologias, com o intuito de perceber qual o tipo de condicionantes que introduziam atrasos na execução, associadas a cada uma delas. Posteriormente, à identificação das condicionantes, estas foram agrupadas pelo tipo de atraso e categoria. Por último, foi realizada a sua avaliação tendo em consideração o impacto que teve na prorrogação do prazo.

A programação dos trabalhos de uma obra é uma forma simples de prever qual a duração da mesma e de realizar o seu controlo. O sistema de análise do caminho crítico é o mais usado para a gestão de projetos na construção. Contudo, é importante referir que o aparecimento de novos *softwares* para a utilização destes programas veio possibilitar a diminuição da prorrogação, o controlo dos prazos, e o aumento da competitividade no setor e consequentemente o aumento dos seus lucros.

Keywords

Conditions, ERP methodology, types of delays, resource planning, work scheduling.

Abstract

The construction sector is an industry with a major impact representing 13,4% on the world economy. However, the failure to meet deadlines is a recurring problem that affects the competitiveness of this sector.

In comparison with other sectors, the construction industries haven't been receptive to accepting new methodologies that can increase their workers incomes and profits. Perhaps because the construction industry is unique in the environment of this work and in the nature of the parties involved. Nevertheless, the ERP methodology has started to take its first steps in the construction sector due to the excellent results obtained in other industries.

For this assignment I identify the constructions processes, which leaves to their delays. For this purpose, the elements that corroborated these delays were collected during the internship at Constructora San José. I analysed closely the work that was been done in three different building with distinct typologies to understand the type of conditions associated with each one of them. Subsequently, when the conditions were identified, they were grouped by type of delay and category. Finally, its evaluation was carried out considering what influenced the extension of the deadline.

Scheduling work is a simple way to predict the length of the deadline and to carry out its control. The critical path analysis system is the most used for project management in construction. Although, it is important the appearance of new software for the realization of these programs in order to reduce the extension of deadlines, increase the competitiveness of the sector and consequently its profits.

Índice	xiii
Índice de Figuras	xv
Índice de Tabelas	xvii
Acrónimos	xix
1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS	1
1.1. Enquadramento do Tema	1
1.2. Motivação	1
1.3. Objetivo e Metodologia	2
2. ESTADO DA ARTE	3
2.1. Introdução	3
2.2. Processo de Pesquisa Implementado	4
2.3. Direção de Obra	4
2.4. Atrasos em Obra	6
2.4.1. Tipos de Atrasos	7
2.4.2. Condicionantes	9
2.4.3. Categorias das Condicionantes	11
2.5. Recuperação do Prazo de uma Obra	11
2.6. Organização dos Trabalhos	12
2.6.1. Tarefas	12
2.6.2. Caracterização das Empreitadas	13
2.7. Calendarização	13
2.7.1. Definição	13
2.7.2 Cronograma	13
2.8. Síntese	15
3. ANÁLISE DE ATRASOS	17
3.1. Considerações Prévias	17
3.2. Indicadores de Desempenho – Cumprimento dos Prazos	18
3.2.1 <i>Key Performance Indicators</i>	20
3.2.2 Planeamento de Recursos (ERP)	25
3.3. Consequências dos Atrasos	30
3.4. Planeamento da Obra	32

3.4.1 Rede de Atividades - Método do Caminho Crítico	32
3.4.2 Utilização das Folgas	35
3.5. Diferenciação dos Tipos de Atrasos	36
4. CASOS DE ESTUDO	39
4.1. Breve Apresentação do Grupo SANJOSE	39
4.2. Apresentação dos Casos de Estudos	40
4.2.1 Casos de Estudo	40
4.2.2 Condicionantes	47
4.2.3. Avaliação das Condicionantes	49
4.2.4. Categoria das Condicionantes	52
4.2.5. Impacto das Condicionantes.....	54
4.2.6. Diferenciação dos Tipos de Atrasos.....	60
5. PROGRAMA DE TRABALHOS	63
5.1. Considerações Prévias	63
5.2. Diagrama de <i>Gantt</i> ou gráfico de barras	64
5.3. Tutorial <i>Microsoft Project</i> 2019	65
5.4. Realização de um Programa de Trabalhos.....	66
5.4.1. Identificação das Tarefas Críticas	66
5.4.2. Descrição das Tarefas Críticas	67
5.4.3. Identificação das Principais Condicionantes.....	69
5.4.4. Tipos de Atrasos nas Condicionantes.....	71
5.4.5. Categoria das Condicionantes	72
5.5. Resultados Estatísticos.....	73
5.5.1 Abordagem ao SPSS	73
5.5.2. Critérios de Avaliação	75
5.5.3 Avaliação das Atividades	77
5.5.4 Resultados SPSS	82
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
7. PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS	91
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
ANEXOS	XCVII
A-Tutorial <i>Microsoft Project</i> 2019	XCVII
B-Programa de Trabalhos	CXIII

Índice de Figuras

Figura I. Ligações entre os diversos intervenientes numa obra.....	5
Figura II. Diagrama de responsabilidades dos atrasos na perspectiva do empreiteiro. Adaptado de (J. P. Couto, 2007) e (Hamzah et al., 2011)	8
Figura III. Módulos funcionais comuns ERP. Adaptado de (Gavali & Halder, 2019)	26
Figura IV. Exemplo de um programa de trabalhos com o caminho crítico.....	34
Figura V. Definições de folgas. Adaptado de (Keane & Caletka, 2015)	35
Figura VI. Agrupamento das diversas condicionantes conforme o tipo de atraso	38
Figura VII. Enquadramento no território nacional	41
Figura VIII. Imagem satélite do local da obra (Fonte <i>Google Earth</i>)	41
Figura IX. Planta de implantação	42
Figura X. Enquadramento no território nacional.....	43
Figura XI. Imagem satélite do local da obra (Fonte <i>Google Earth</i>).....	43
Figura XII. Identificação dos diferentes edifícios	44
Figura XIII. Enquadramento no território nacional.....	46
Figura XIV. Imagem satélite do local da obra (Fonte <i>Google Earth</i>).....	46
Figura XV. Impacto das condicionantes no prazo de execução Largo Hotel.....	55
Figura XVI. Categoria das condicionantes Largo Hotel	56
Figura XVII. Impacto das Condicionantes no prazo de execução Moagem <i>Heritage</i>	56
Figura XVIII. Categoria das condicionantes Moagem <i>Heritage</i>	57
Figura XIX. Impacto das condicionantes no prazo de execução Ria <i>Blades</i>	58
Figura XX. Categoria das condicionantes Ria <i>Blades</i>	58
Figura XXI. Categorias das condicionantes na totalidade dos casos de estudo	59
Figura XXII. Gráfico de Barras Correspondente ao Programa de Trabalhos para Concurso da Obra <i>The Largo Hotel</i>	65
Figura XXIII. Folha de Visualização de Dados	73
Figura XXIV. Folha de Visualização de Variáveis	74
Figura XXV. Avaliação das Tarefas.....	83
Figura XXVI. Percentagens dos Tipos de Atrasos	83
Figura XXVII. Percentagens das Categorias dos Atrasos	84
Figura XXVIII. Avaliação por Tarefa por Tipo de Atraso.....	85
Figura XXIX. Avaliação por Tarefa por Categoria	86
Figura XXX. Dispersão Simples com Linhas de Ajuste de Avaliação por Tipo de Atraso	87
Figura XXXI. Dispersão Simples com Linhas de Avaliação por Categoria	88

Índice de Tabelas

Tabela I. Categorias das condicionantes. Adaptado de (J. Couto, 2006)	11
Tabela II. Cronograma das atividades realizadas durante o estágio.....	14
Tabela III. Indicadores de <i>performance</i> . Adaptado de (Majid Abd, 1997)	19
Tabela IV. Vantagens e desvantagens associados aos sistemas ERP. Adaptado de (Silva Junior & Dasilva, 2014), (Hoseini, 2013) e (Gavali & Halder, 2019)	28
Tabela V. Resumo das tarefas Largo Hotel	42
Tabela VI. Resumo das tarefas Moagem <i>Heritage</i>	44
Tabela VII. Resumo das tarefas Ria <i>Blades</i>	46
Tabela VIII. Diversas condicionantes existentes nas obras.....	47
Tabela IX. Classificação das condicionantes Largo Hotel.....	49
Tabela X. Classificação das condicionantes Moagem <i>Heritage</i>	50
Tabela XI. Classificação das condicionantes Ria <i>Blades</i>	51
Tabela XII. Categoria das condicionantes Largo Hotel	52
Tabela XIII. Categoria das condicionantes Moagem <i>Heritage</i>	53
Tabela XIV. Categoria das condicionantes Ria <i>Blades</i>	54
Tabela XV. Diferenciação dos tipos de atrasos	60
Tabela XVI. Diferenciação dos tipos de atrasos.....	61
Tabela XVII. Diferenciação dos tipos de atrasos	61
Tabela XVIII. Identificação das Tarefas Críticas e Respetivos Dias de Execução.....	67
Tabela XIX. Identificação das Tarefas Condicionantes	70
Tabela XX. Identificação de Outras Condicionantes	71
Tabela XXI. Identificação dos Tipos de Atrasos.....	72
Tabela XXII. Identificação das Categorias das Condicionantes	72
Tabela XXIII. Valores dos Critérios de Avaliação.....	77
Tabela XXIV. Avaliação da Tarefa Desmontagem do Estaleiro.....	78
Tabela XXV. Avaliação da Tarefa Apoio de Fachada Edifício 4	78
Tabela XXVI. Avaliação da Tarefa Escavação Edifício 4 e 5	79
Tabela XXVII. Avaliação da Tarefa Ancoragens Edifício 4 e 5.....	80
Tabela XXVIII. Avaliação da Tarefa Muros de Munique Edifício 4 e 5.....	80
Tabela XXIX. Avaliação da Tarefa Túnel (Troço Vertical)	81
Tabela XXX. Avaliação da Tarefa Receção Provisória	82
Tabela XXXI. Hierarquização dos erros cometidos pelos projetistas	87

Acrónimos

AI- Atrasos Imputáveis

CCM – *Critical Chain Method*

CPM - *Critical Path Method*

EPDM – Enhanced Precedence Diagramming Method

ERP- *Enterprise Resource Planning*

FEPICOP- Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas

IT- Informação Tecnológica

KPIs- *Key Performance Indicators*

MO- Mão de Obra

MRP- *Material Requirement Planning*

PIB- Produto Interno Bruto

PSS- Plano de Segurança e Saúde

RH- Recursos Humanos

TOCS – *Theory of Constraints*

CAPÍTULO I
ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

1.1. Enquadramento do Tema

Nos primórdios da construção civil, antes do setor se ter tornado uma indústria, existiam fatores propícios para a realização correta de obras. Nesses tempos longínquos, a construção era realizada com arte e mestria pelos seus trabalhadores. Contudo, os tempos mudaram e o setor da construção passou a ser uma indústria com um grande peso na economia mundial. Em Portugal representou 2,4% do PIB em 2018 (FEPICOP, 2019).

A frequência dos atrasos em obra, causam inúmeros prejuízos tanto aos seus promotores como às empresas. No caso de empreitadas de obras públicas, existem múltiplos fatores como por exemplo, o decréscimo de mão de obra qualificada, prazos reduzidos de execução, erros e omissões de projetos não detetáveis em fase de concurso, alterações de trabalhos, má programação, etc.

Tendo em consideração que a recuperação do prazo de uma empreitada tornou-se um fator habitual na realidade das empresas, durante o estágio na Constructora San José serão analisadas três obras de diferentes tipologias que na sua execução tiveram prorrogação do prazo de execução. Numa dessas obras será efetuado o acompanhamento em tempo real para se compreender quais os problemas que surgem durante a realização da mesma e os fatores que afetaram o prazo de execução. Os outros dois casos de estudo estão finalizados, sendo analisados de modo a identificar as causas do atraso de forma retrospectiva. Para além disso, será realizada uma abordagem de todas as condicionantes existentes para perceber o motivo dos atrasos, tentando procurar-se soluções para recuperação dos prazos inicialmente estipulados.

1.2. Motivação

Os atrasos em obra são uma constante na atualidade da construção civil, o que afeta negativamente a economia das empresas e a vida social dos trabalhadores devido ao número de horas extras que têm de realizar e outros intervenientes. Com a realização desta dissertação ambiciona-se identificar esses parâmetros e encontrar soluções que possam ser

tomadas de forma a poder-se efetuar recuperações parciais ou totais dos prazos das empreitadas, de modo a evitarem-se prorrogações desses prazos.

Devido a que na análise efetuada ao estado da arte, não se encontrou muita informação sistematizada em bibliografia sobre como abordar a temática de recuperação de prazos de empreitadas, achou-se pertinente começar a desenvolver este tema e, porventura, incentivar o desenvolvimento de novos estudos sobre este problema ingente na construção civil e obras públicas. Além disto, o facto do candidato a mestre ter particular interesse em direção de obra fez querer contribuir, de alguma forma, para tentar encontrar soluções para a resolução deste problema ou, pelo menos, diminuir o seu impacto.

1.3. Objetivo e Metodologia

Tendo em consideração que não existem métodos estabelecidos para análise dos fatores e soluções para a recuperação dos atrasos em obra é importante começar a desenvolver metodologias que permitam auxiliar a programação de tarefas e o planeamento de recursos, como base para as ferramentas de recuperação de prazos.

Numa primeira fase, é importante identificar as condicionantes de uma obra, realizar uma lista qualitativa do seu grau de importância e agrupá-las. Numa segunda fase, serão realizados questionários com a finalidade de perceber quais as opiniões dos intervenientes de obras, quer sejam promotores, empreiteiros, subempreiteiros, diretores de obra, fiscais, fornecedores e trabalhadores. Posteriormente, será elaborado um tratamento estatístico, para inferir quais os aspetos a aprimorar na programação e no planeamento de uma obra.

O principal objetivo será desenvolver uma estratégia de intervenção que permita recuperar o prazo de uma obra ou efetuar retro análises que possibilitem o entendimento do que poderia ter sido feito para evitar elevadas prorrogações desses prazos.

CAPÍTULO II
ESTADO DA ARTE

2. ESTADO DA ARTE

2.1. Introdução

Nos primórdios da construção civil, antes do setor se ter tornado uma indústria, existiam fatores propícios para a realização cuidada de obras. Nesses tempos longínquos, a construção era realizada com arte e mestria pelos seus trabalhadores. Contudo, os tempos mudaram e o setor da construção passou a ser uma indústria com um grande peso na economia mundial. Em Portugal representou 2,4% do PIB em 2018 (FEPICOP, 2019).

Após a crise económica de 2008 (Vlachová, 2019), as empresas de construção sofreram profundas alterações o que modificou o paradigma deste sector. Por um lado, a maioria das pequenas empresas foram obrigadas a abrir insolvência, por outro as grandes empresas começaram a trabalhar exclusivamente através de subempreitadas, com a expectativa de reduzirem os custos fixos.

Com esta alteração, as grandes empresas tornaram-se dependentes dos subempreiteiros para a realização de obras. Este é um dos principais motivos identificados na bibliografia para que o prazo de execução de uma obra não seja cumprido. Além disso, a escassez de mão de obra qualificada (Gebrehiwet & Luo, 2017), não permite realizar atempadamente as várias fases de execução dos projetos. Também, a existência de erros e/ou omissões em projeto proporcionam muitas vezes impasses que levam a interrupções prolongadas dos trabalhos (Alaghbari, Kadir, Salim, & Ernawati, 2007).

A existência de uma oferta por parte das empresas de construção superior à procura, aumentou a competitividade entre as mesmas o que origina menores lucros (J. P. Couto, 2007). Este parâmetro em simbiose com os atrasos em obra, leva alguma vezes a um balanço negativo na conclusão da empreitada.

O conhecimento destes constrangimentos, que resultam em prolongamento do tempo de execução da obra para além do previsto, é fundamental sob o ponto de vista do mercado empresarial, da vertente economicista da região ou do país em que se insere e da motivação das entidades envolvidas.

Em suma, através da análise de informação recolhida pretende-se perceber quais as condicionantes do incumprimento no tempo de execução de uma obra e as suas consequências, assim como objetivar meios de recuperação de atrasos introduzidos na mesma.

2.2. Processo de Pesquisa Implementado

O processo de pesquisa implementado foi realizado através do levantamento de informação fidedigna e credível, elaborando, por conseguinte, uma análise dos documentos mais relevantes e pertinentes sobre direção de obra, as causas dos atrasos e como será possível recuperar os prazos.

Para análise da informação relativa à recuperação do prazo de uma obra de construção civil foi necessário recorrer a diversos tipos de fontes, tais como:

- Artigos científicos e revistas de referência publicadas nos websites *Science Direct*, *Research Gate* e Google Académico;
- Dissertações de mestrado e teses de doutoramento;
- Livros e revistas do domínio da engenharia civil;
- Opiniões de alguns diretores de obra da Constructora San José, complementado por estudos científicos.

2.3. Direção de Obra

Para perceber os motivos pelos quais ocorrem atrasos, é importante contextualizar o funcionamento da direção de obra, que, para este estudo, foi baseado na empresa Constructora San José.

Neste caso específico, trata-se de uma empresa multinacional que trabalha exclusivamente com subempreitadas. Este fator reduz os custos fixos a que a empresa está sujeita. Todavia, torna-a totalmente dependente de subempreiteiros. Este facto em conjunto com a escassez de mão de obra, pode pôr em causa o planeamento de qualquer obra.

Nesta empresa, os diretores de obra têm como principais funções a correta gestão de equipamentos, de materiais, de mão de obra e de subempreiteiros. Muitas vezes, a principal função é o planeamento de recursos entre todas as entidades, o que nem sempre é uma tarefa simples. Para que toda esta gestão de obra seja corretamente executada é necessário a criação de um planeamento da globalidade dos recursos, que também inclui a programação dos trabalhos. Isto permite determinar quais as atividades críticas e, deste modo, identificá-las precocemente para evitar a ocorrência de atrasos.

Embora as principais áreas de gestão da obra sejam custo, prazo e qualidade, aspetos como segurança, bem-estar físico e mental dos trabalhadores e proteção ambiental não podem ser negligenciáveis.

Num ambiente de obra, é necessário interagir com diversas entidades (fig.I), que têm diferentes perspetivas da realização da mesma, o que torna muito difícil obter consensos.

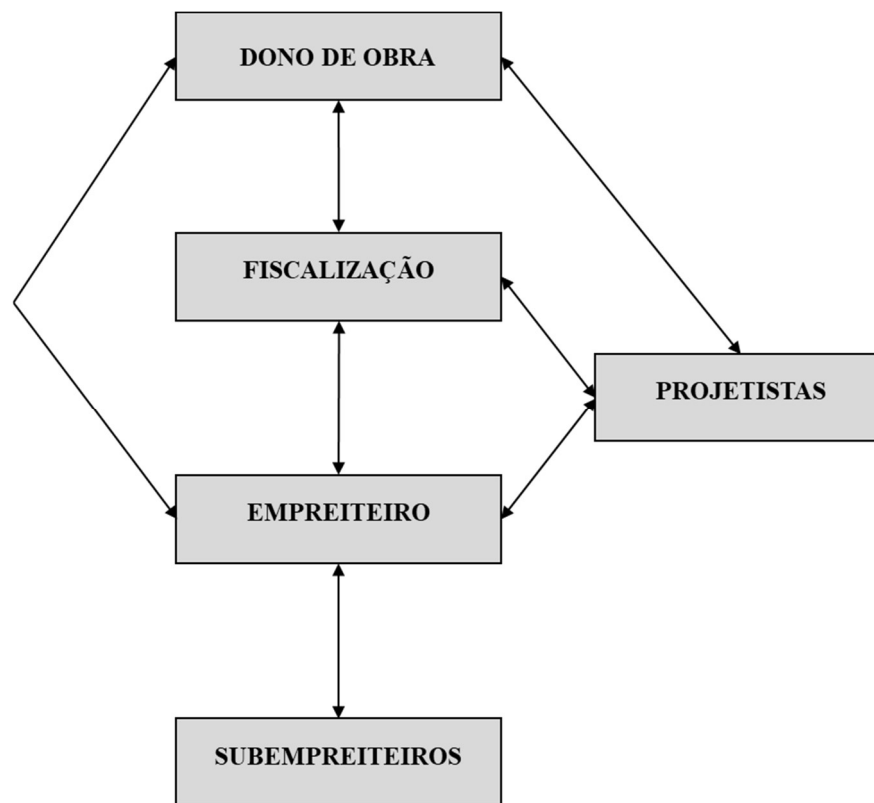


Figura I. Ligações entre os diversos intervenientes numa obra

O dono de obra tem o dever de cumprir o contrato estabelecido com o empreiteiro para a realização da obra, sendo o mesmo válido para este. Alguns dos problemas causados pelo primeiro são a falta de pagamentos e as alterações de contrato ao longo da execução da obra. Estes fatores causam alguma desconfiança por parte do empreiteiro, o que poderá levar ao atraso nos trabalhos.

Após a adjudicação da empreitada, o dono de obra contrata, habitualmente, uma entidade fiscalizadora para verificar se o empreiteiro executa os trabalhos como estava previsto no caderno de encargos. A fiscalização terá a função de representar o dono de obra e de tomar decisões em casos de dúvidas por parte do empreiteiro. Um dos problemas, que se indentifica, é que muitas vezes a entidade fiscalizadora remete essas questões para os projetistas e/ou dono de obra, o que consequentemente, irá causar impasses na mesma.

O empreiteiro terá de supervisionar os trabalhos executados pelos subempreiteiros. Qualquer dúvida será remetida para a fiscalização ou, caso seja algum erro de projeto, para os projetistas. Estes, devem esclarecer, atempadamente, qualquer dúvida durante a fase de execução dos trabalhos.

Os subempreiteiros devem executar os trabalhos conforme estabelecido no caderno de encargos e dentro do prazo estabelecido. Contudo, com o aumento da procura por parte do mercado da construção e o decréscimo da mão de obra especializada, muitas vezes não é possível cumprir os prazos.

2.4. Atrasos em Obra

Os atrasos em obra são acontecimentos recorrentes nas obras de construção civil. Ainda não existe uma solução eficaz para evitar e minorar os seus efeitos. Inúmeros autores escreveram sobre este tema, referindo-se quer a diferentes países quer a diferentes tipos de obras, assim como a problemas desde a fase de projeto até à execução da obra (Arditi, Nayak, & Damci, 2017).

Afinal, o que torna tão difícil o cumprimento dos prazos inicialmente estabelecidos?

Antes de mais, é importante perceber que numa obra existem pessoas e que estas têm diferentes níveis de literacia, de condições socioeconómicas e de objetivos laborais presentes

e futuros. O dono de obra quer que a execução dos trabalhos seja cumprida conforme estabelecido no caderno de encargos, enquanto o empreiteiro, partilhando do mesmo objetivo, deseja uma rápida finalização da obra, pois assim será, à partida, mais lucrativa. Os subempreiteiros, muitas vezes, não detêm mão de obra suficiente para cumprirem os prazos estabelecidos. Isto é algo recorrente nos dias de hoje e para o qual é difícil encontrar uma solução, devido ao défice de trabalhadores na construção civil em Portugal. Estes diferentes fatores, tornam frequentemente impossível a simbiose de todos os intervenientes para a realização de uma obra dentro do prazo.

A isto pode adicionar-se as exigências da fiscalização e a necessidade de introdução de erros e/ ou omissões em projeto que muitas vezes causa impasses, que originam interrupções prolongadas dos trabalhos. Também, a existência de trabalhos a mais pode trazer entraves à realização atempada dos trabalhos.

Estes são problemas com impacto negativo na economia das empresas de construção e sociais nos trabalhadores.

2.4.1. Tipos de Atrasos

Segundo a bibliografia consultada (Hamzah, Khoiry, Arshad, Tawil, & Che Ani, 2011) os atrasos podem classificar-se, quanto à responsabilidade, em quatro grupos:

- 1) Atrasos não imputáveis (desculpáveis) com compensação;
- 2) Atrasos não imputáveis (desculpáveis) sem compensação;
- 3) Atrasos imputáveis (não desculpáveis);
- 4) Atrasos concorrentes.

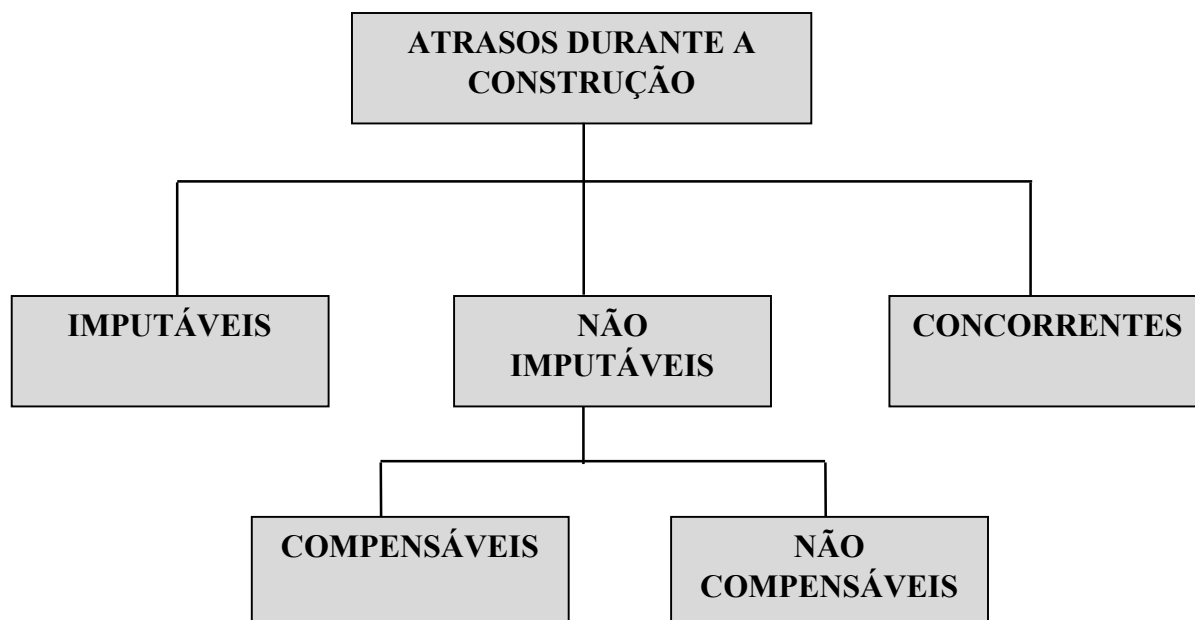


Figura II. Diagrama de responsabilidades dos atrasos na perspectiva do empreiteiro. Adaptado de (J. P. Couto, 2007) e (Hamzah et al., 2011)

1) Atrasos não imputáveis (desculpáveis) com compensação

São atrasos que dão ao empreiteiro direito a tempo extra para a finalização do trabalho contratado, sendo que geralmente provêm de causas fora do controlo do empreiteiro. São divididos em atrasos desculpáveis compensáveis ou atrasos desculpáveis não compensáveis.

2) Atrasos não imputáveis (desculpáveis) sem compensação

Tratam-se de atrasos que dão ao empreiteiro direito ao tempo adicional para finalização do trabalho contratado, mas não a compensação monetária adicional.

Os atrasos desculpáveis não compensáveis não são causados pelo dono de obra, pelo projetista, pelo empreiteiro, pelos subempreiteiros, pelo fornecedor ou por outros intervenientes no projeto e no projeto de construção.

3) Atrasos imputáveis (não desculpáveis)

São atrasos que não dão direito ao empreiteiro nem tempo adicional para a finalização do trabalho contratado, nem a compensação monetária adicional.

4) Atrasos concorrentes

Consideram-se atrasos concorrentes dois ou mais atrasos que ocorram de forma simultânea.

2.4.2. Condicionantes

Existem diversas condicionantes numa obra, desde aquelas que podem ser previstas em fase de projeto, as que são características da própria obra, as que dependem da legislação dos municípios, os hábitos dos diversos trabalhadores que variam consoante a zona do país, acontecimentos improváveis como condições climáticas adversas e incêndios, entre outros. Todos estes fatores condicionam os trabalhos na obra e podem pôr em causa o prazo estabelecido para a receção provisória da mesma.

A melhor forma de evitar que condicionantes coloquem em causa o prazo para a execução de uma obra é pensar quais podem ocorrer, desde a mais favorável até à menos provável. Desta forma cria-se uma lista quantitativa, com vista a prever todas as condicionantes, que possam alterar o normal funcionamento da obra, antes destas ocorrerem. Mesmo que este processo seja pouco rigoroso, podem evitar-se interrupções durante a fase de execução dos trabalhos e, na construção, “tempo é dinheiro”. Desta forma, tais medidas permitem ajudar as empresas a gerarem maiores lucros.

Lista de condicionantes que podem causar atrasos numa obra:

- Alteração das condições de contrato por parte do dono de obra;
- Dificuldades de financiamento por parte do dono de obra;
- Capacidade financeira dos empreiteiros e dos subempreiteiros;
- Condições climatéricas adversas;
- Escassez de mão de obra qualificada;
- Baixo rendimento da mão de obra;

- Inexperiência da mão de obra;
- As empresas de construção estarem dependentes dos subempreiteiros, o que muitas vezes impede o início da execução dos trabalhos, como estava previsto no planejamento;
- Erros e/ou omissões em projetos;
- Demora nos esclarecimentos por parte dos projetistas e da fiscalização;
- Equipes de projeto e fiscalização pouco experientes;
- Desresponsabilização dos projetistas;
- Exigências do dono de obra e da fiscalização;
- Planejamento inadequado;
- Equipamentos avariados;
- Inadequação de equipamentos;
- Prazos de execução reduzidos;
- Margens de lucros baixas;
- Incêndios;
- Condições não previstas no local da obra;
- Área restringida para implementação do estaleiro;
- Legislação dos municípios;
- Limitações para fazer descargas de materiais;
- Atrasos nas entregas dos materiais;
- Aparecimento de obras arqueológicas;
- Implementação do PSS;
- Atrasos nos pagamentos;
- Falta de comunicação com os diversos intervenientes de uma obra;
- Existência de trabalhos a mais;
- Acidentes de trabalhos;

- Processos construtivos inadequados.

Será de extrema importância classificar as condicionantes acima referidas, para que em cada situação seja possível identificar as mais críticas. Para isso, é necessário criar uma escala quantitativa, que varia de 1 a 10, sendo “1” sem importância e “10” de extrema importância. Esta análise será realizada durante o estágio efetuado na Constructora San José.

2.4.3. Categorias das Condicionantes

Após a classificação das diversas condicionantes que causam atrasos em obras, estas serão agrupadas em oito categorias, em função da sua origem. Desta maneira será possível identificar a origem dos atrasos com maior facilidade.

Tabela I. Categorias das condicionantes. Adaptado de (J. Couto, 2006)

CATEGORIAS DAS CONDICIONANTES	
MT	Causas relacionadas com os Materiais
EQ	Causas relacionadas com o Equipamento
MO	Causas relacionadas com a Mão-de-Obra
DO	Causas relacionadas com o Dono de Obra
F	Causas relacionadas com a Fiscalização
P	Causas relacionadas com os Projetistas
E	Causas relacionadas com o Empreiteiro
FE	Causas relacionadas com Fatores Externos

2.5. Recuperação do Prazo de uma Obra

Sempre que existe um atraso em obra, é necessário realizar um novo planeamento da mesma. Todo o planeamento realizado anteriormente, torna-se obsoleto para os novos objetivos necessários para que a finalização dos trabalhos seja realizada dentro do prazo estabelecido. A quantidade de recursos humanos, materiais, equipamentos e pagamentos tornam-se

diferentes do que anteriormente estava previsto. Igualmente importante é a identificação de qual o impacto que o atraso terá nas tarefas críticas para a execução da obra. Estas, são geralmente as atividades mais cruciais a realizar para uma recuperação do prazo com maior fugacidade. Isto implica, uma reprogramação dos trabalhos, para conseguir recuperar o atraso. Geralmente, a programação torna-se diária, devido à quantidade de variáveis incontáveis existentes numa obra. Na teoria parece uma atividade simples e linear, contudo, na prática é uma tarefa árdua, que implica uma resposta positiva de todos os intervenientes para ser bem-sucedida.

É neste processo, que começam a existir diversas complicações e nem sempre é possível tirar o máximo rendimento dos recursos que estão disponíveis. Por um lado, se existe menos tempo para a execução dos trabalhos, é lógico que seja necessária uma maior quantidade de recursos. Por outro, é necessário prever se esses mesmos recursos podem entrar em obra em simultâneo.

Um simples exemplo, que elucida esta situação, é estarem seis trabalhadores a executarem uma tarefa e ser necessário o dobro da quantidade de mão-de-obra para a realização da obra dentro do prazo. Todavia, se a empresa possuir apenas uma carrinha que possa transportar nove trabalhadores, o planeamento realizado não pode ser aplicado na prática. Este é o cerne da questão, para o qual não existe informação devidamente articulada e elucidativa.

A análise das variantes descritas anteriormente será realizada durante o estágio na Constructora San José e o com auxílio do *software Microsoft Project*.

2.6. Organização dos Trabalhos

2.6.1. Tarefas

As tarefas previstas durante o estágio realizado na Constructora San José serão o acompanhamento da obra “*The Largo Hotel*”, o que permitirá perceber quais os problemas que surgem no decorrer de uma empreitada, e a identificação das condicionantes que levaram aos atrasos das obras “*Moagem Heritage*” e “*Fábrica Ria Blades*”. Posteriormente, será elaborado um agrupamento dessas condicionantes e a sua classificação, tendo em consideração o seu grau de importância para a extensão do prazo estabelecido. Também,

serão realizados programas de trabalhos. Por último, será realizado o tratamento estatístico da informação.

2.6.2. Caracterização das Empreitadas

Para a realização de uma abordagem mais abrangente, nesta dissertação serão analisadas três empreitadas de diferentes tipologias, avaliando uma maior variabilidade de condicionantes, tendo em consideração as suas características específicas.

Uma das empreitadas é um empreendimento hoteleiro no centro do Porto, “*The Largo Hotel*”, na qual será realizado o acompanhamento em tempo real para se compreender quais os problemas que surgem durante a realização da mesma e os fatores que afetaram o prazo de execução. A segunda é um edifício destinado a habitação, a comércio e/ou serviços em Leiria “Empreendimento Moagem *Heritage*”. Por último, é uma indústria em Vagos “Fábrica Ria *Blades*”. Estas duas últimas são obras finalizadas que sofreram prorrogações dos prazos e, por esse motivo, serão estudadas retrospectivamente de forma a identificar as causas dos atrasos.

Em suma, apesar de todas estas obras terem diferentes características, será de extrema importância averiguar quais as condicionantes que têm em comum, assim como, as diferentes variáveis que impediram o cumprimento dos prazos estabelecidos.

2.7. Calendarização

2.7.1. Definição

O objetivo da execução da calendarização é a fixação prévia de datas para a realização das diversas atividades da dissertação, respeitando a programação das tarefas referidas ao longo do prazo.

2.7.2 Cronograma

As atividades já realizadas e a realizar durante o estágio estão descritas na tabela (tab. II). O acompanhamento da obra “*The Largo Hotel*” vai ser realizado durante todo o estágio, o que

permitirá também perceber quais foram as condicionantes que causaram a prorrogação do prazo. Em simultâneo, será elaborado a identificação das condicionantes de duas obras finalizadas “Moagem *Heritage*” e “Fábrica Ria *Blades*”. Seguidamente, efetuar-se-á o agrupamento das condicionantes e a respetiva classificação. Ainda se prevê a execução de programas de trabalhos melhorados.

Tabela II. Cronograma das atividades realizadas durante o estágio

ATIVIDADES	PRAZO									
	2019				2020					
	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.
Consulta bibliográfica e preparação do relatório intermédio										
Elaboração do relatório intermédio										
Elaboração de plano de atividades e da consulta aos trabalhadores										
Acompanhamento da obra “The Largo Hotel”										
Identificação das condicionantes da obra “Moagem <i>Heritage</i> ”										
Identificação das condicionantes da obra “Fábrica Ria <i>Blades</i> ”										
Agrupamento das condicionantes										
Classificação das condicionantes										
Realização de um programa de trabalho										
Elaboração do relatório final										

2.8. Síntese

Os atrasos em obras são frequentes em diversos tipos de trabalhos e são condicionados pelo país. Contudo, ainda não existem diretrizes que possibilitem uma identificação ordenada e extensiva dos múltiplos fatores que implicam atrasos na execução duma empreitada, nem das possibilidades de análise mais científica das causas e efeitos que possam determinar e estabelecer medidas corretivas. Estas, possibilitariam que, durante a execução da empreitada, fosse recuperado o prazo, quer seja total ou parcialmente. Apesar de existirem diversos estudos sobre as condicionantes que retardam a conclusão de uma obra, ainda não existe uma verdadeira compilação de soluções para a resolução deste grave problema que afeta a construção civil a nível mundial.

Neste trabalho, serão analisadas as condicionantes e as respectivas consequências, que podem colocar em causa a execução de uma obra e a necessidade de prorrogação do prazo. Será igualmente objeto de análise, o estabelecimento de variadas medidas possíveis para uma recuperação quando existirem atrasos em obra, mediante a identificação de soluções para as alterações de programação e de planeamento que possibilitem a criação de cenários para a recuperação. Também, será importante perceber se a qualidade de execução da obra será afetada nessa tentativa de recuperação do prazo, assim como de que maneira o rendimento dos trabalhadores será afetado em todo este processo.

Em suma, pretende-se enumerar os diversos temas que serão abordados na dissertação e como serão desenvolvidos.

CAPÍTULO III
ANÁLISE DE ATRASOS

3. ANÁLISE DE ATRASOS

3.1. Considerações Prévias

A análise realizada durante a pesquisa bibliográfica suscitou alguns aspectos relacionados com atrasos que são pertinentes avaliar e esclarecer. Este capítulo, surge para complementar a pesquisa bibliográfica, visando aprofundar o conhecimento sobre os atrasos em obra através da análise e sistematização da informação relativa a alguns aspectos que com eles estão direta ou indiretamente relacionados.

Os *Key Performance Indicators* (KPIs) podem definir-se como aspectos de desempenho organizacional, sendo os mais críticos para o sucesso atual e futuro da empresa (Parmenter, 2015) tendo uma elevada importância para o cumprimento dos prazos. A utilização destes parâmetros no planeamento de uma obra é fulcral para a realização da mesma, tendo em consideração as suas diversas condicionantes. Existem dois tipos de indicadores de desempenho os quantitativos e qualitativos. Os primeiros, baseiam-se em fatores contáveis em unidades, custo, tempo e mão de obra. Os segundos, tomam em consideração parâmetros de difícil avaliação quantitativa, pelo que não são de fácil aceitação pelas empresas de construção. De referir que este assunto será tratado no ponto 3.2.1.

A Enterprise Resource Planning (ERP) é um sistema de planeamento de recursos empresariais, que reduz o tempo de documentação para compras e ajuda a obter os recursos no prazo, com menos despesas gerais (Gavali & Halder, 2019). A indústria mecânica e de produção obtiveram melhorias nas receitas com a implementação de sistemas de planeamento inovadores. Um número significativo de empresas de construção embarcou na mesma implementação de soluções integradas na tecnologia de informação como sistemas ERP de planeamento de recursos empresariais para uma melhor integração de funções de negócio. Contudo, o setor da construção civil tem condicionantes muito características devido ao seu ambiente de trabalho e às partes envolvidas. Houve muitos casos de falhas na implementação de sistemas ERP no passado, por isso, é fundamental identificar e entender os fatores que determinam amplamente o sucesso ou fracasso na indústria da construção (Chaudhari, Prof, & Jain, 2019).

O planeamento rigoroso de uma obra é a melhor solução para evitar os atrasos da mesma. Para isso, antes da execução da obra deve-se analisar algumas questões, como por exemplo, as atividades da obra, como devem e por quem ser executadas, quando devem ser finalizadas, quais as condicionantes e os custos.

Relativamente a métodos de análises de atrasos, não existe um tratamento único para todas as situações. Selecionar o método mais apropriado para calcular o impacto de uma tarefa no caminho crítico do projeto é uma das decisões mais importantes que um analista de atrasos toma no processo (Keane & Caletka, 2015).

3.2. Indicadores de Desempenho – Cumprimento dos Prazos

O aumento das exigências dos consumidores, a elevada competitividade das empresas de construção civil (Borges & Petri, 2013) e a escassez de mão de obra qualificada exigem que ferramentas de gestão sejam desenvolvidas para garantir o cumprimento dos prazos.

Usualmente, denomina-se indicador de desempenho ou de *performance*, o parâmetro da medição da eficiência do trabalho de construção, através da comparação do efetivamente realizado com o planeado, nomeadamente, no que toca ao prazo de execução, ao custo e à qualidade das atividades (J. P. Couto, 2007). Se esse valor for inferior a um, então significa que não existe conformidade do executado com o previsto (Yates, 1993).

Os prazos não são o único indicador de medição, também os custos são utilizados pelos construtores para avaliar o desempenho (Harris & McCaffer, 2013). O indicador de custos, consiste na comparação entre os custos reais e os previstos através da metodologia de cálculo sugerida pelo indicador anterior. Na prática, esse cálculo revela-se pouco expedito, uma vez que são necessários muitos dados para que um resultado possa ser estabelecido (J. P. Couto, 2007). Porém, este indicador também é usualmente utilizado para medir o desempenho dos empreiteiros nomeadamente ao cumprimento dos prazos, custos, qualidade e segurança.

A literatura consultada não refere com precisão qual o melhor indicador para avaliar os desempenhos dos empreiteiros. Todavia, um autor incorporou no seu estudo e respetivo inquérito sobre os AI, qual o melhor indicador relativamente à avaliação da performance dos empreiteiros durante a execução da construção, com o intuito de o tentar averiguar e chegar a uma conclusão (Majid Abd, 1997). Foram convidados dois grupos de inquiridos, sendo a amostra total de 35 inquiridos dos quais 29 eram empreiteiros e 6 donos de obra,

para a estabelecer uma classificação para quatro parâmetros (prazo, custos, segurança e qualidade) relativamente à sua adequabilidade na avaliação da performance dos empreiteiros. A escala usada variou de 1 até 7, em que 1 seria atribuído quando o inquirido considerasse o indicador totalmente inadequado e 7 muito adequado.

A tabela III mostra os *rankings* relativos aos indicadores determinados a partir da classificação média calculada de acordo com a informação recolhida junto dos inquiridos. O indicador com melhor *ranking* é mais adequado para medir a *performance* do empreiteiro. O grupo de empreiteiros classificou o “cumprimento dos prazos” como sendo o melhor indicador para medir a sua *performance*, seguido dos cumprimentos em termos das qualidades, custo e segurança. Já o grupo dos donos de obra classificou o custo como o melhor indicador para medir a performance dos empreiteiros. A diferença entre indicadores escolhidos pelos dois grupos pode dever-se às diferenças no que respeita à prioridade dos objetivos a alcançar com a realização dos projetos.

Tabela III. Indicadores de *performance*. Adaptado de (Majid Abd, 1997)

Índice de desempenho para os empreiteiros	Média dos empreiteiros	Média dos donos de obra	<i>Ranking</i> dos empreiteiros	<i>Ranking</i> dos donos de obra
Cumprimento dos prazos	4,89	4,67	1	2
Custos	4,32	4,83	3	1
Qualidade	4,50	4,50	2	3
Segurança	4,18	4,50	4	3

Da análise dos dados da tabela III, pôde-se concluir que, apesar de existir algumas divergências nos *rankings* dos empreiteiros e dos donos de obra, houve uma concordância relativamente ao cumprimento dos prazos por ambos os grupos de intervenientes, na avaliação do desempenho dos empreiteiros, tendo mesmo sido considerado o indicador de desempenho mais adequado.

3.2.1 *Key Performance Indicators*

Existem diversas definições para *key performance indicators* devido à sua ampla utilização em diferentes profissões e conjunturas.

Uma das definições mais usual é que os KPIs são como ferramentas de navegação que permitem que a equipa de gestão de uma empresa tenha uma imagem transparente do desempenho da organização e fornecem a capacidade de tomar decisões em tempo real para melhorar o desempenho ou reduzir as consequências negativas (Marr, 2012). Adicionalmente, podem-se definir como aspetos de desempenho organizacional, sendo os mais críticos para o sucesso atual e futuro da empresa (Parmenter, 2015).

No setor da construção, os KPIs são compilações de medidas de dados usadas para avaliar o desempenho de uma operação de construção. São métodos usados pela gerência para avaliar o desempenho de uma tarefa específica. Essas avaliações geralmente comparam o desempenho real e estimado em termos de eficácia, eficiência e qualidade em termos de mão de obra e produto (Cox, Issa, & Ahrens, 2003).

Para medir o desempenho ou calcular os efeitos de qualquer alteração no processo de construção, é preciso determinar os KPIs apropriados para focalizar a sua medição no impacto. Os indicadores de desempenho podem ser definidos pelos resultados quantitativos de um processo de construção ou por medidas qualitativas, como o comportamento do trabalhador no trabalho. A análise precisa do desempenho da construção pode ser obtida somente após os principais indicadores serem determinados e monitorados. Os KPIs são passíveis de ser usados por executores de construção e gestores de projeto para monitorizar a produtividade e avaliar o desempenho.

Uma questão pertinente que é importante lembrar é a diferença do significado de produtividade e *performance*. Uma definição clássica de produtividade é a comparação entre a entrada total de recursos e a produção total do produto (Hanna & Sullivan, 2004). Enquanto a *performance*, como foi mencionada anteriormente, é o processo de quantificar a eficiência e a eficácia das ações passadas (Moullin, 2007). O setor da construção geralmente usa essa mudança em termos de unidades de trabalho completamente atingidas durante um determinado período e os custos associados em termos de horas-homem ou euros (Cox et al., 2003).

No entanto, a medição da produtividade e a avaliação do desempenho são duas funções de gestão distintas. A medição da produtividade envolve a recolha de informações sobre várias atividades específicas, o trabalho no local e as correspondentes horas de trabalho durante um determinado período. A avaliação da *performance* envolve uma análise mais abrangente desses mesmos fatores. Assim, a produtividade é apenas uma parte do desempenho. As horas de trabalho, as quantidades e a produtividade são avaliadas em relação aos valores planeados (Thomas & Kramer, 1988).

Para identificar com precisão os KPIs associados ao processo de construção é necessário, primordialmente, determinar uma linha de base. Esta, estabelece uma média do desempenho passado. Conhecer o desempenho passado fornece um ponto de referência para comparar e medir o desempenho futuro. Uma linha de base pode ser uma compilação de anos de dados históricos recolhidos em projetos anteriores ou uma medição da produção atual antes de iniciar uma mudança de melhoria. Muitas vezes, qualquer variação do nível de desempenho da linha de base esperado é uma indicação de uma alteração no desempenho. As variações podem ser positivas ou negativas e devem gerar uma causa para uma interpretação adicional de gestão para determinar a causa originária.

3.2.1.1 Indicadores Quantitativos de Desempenho

Os indicadores de desempenho mais aceites são aqueles que podem ser medidos fisicamente por euros, unidades ou horas-homem. Como qualquer outro negócio, as empresas de construção olham primeiro para as áreas que mostram uma mudança na quantidade de receita gerada. Caso não exista uma melhoria considerável em termos de redução de custos ou aumento quantificável da produtividade, a generalidade dos gestores considera uma mudança falhada. Portanto, é necessária uma revisão das definições fornecidas na literatura sobre os indicadores quantitativos de desempenho. As unidades quantitativas de medida devem permanecer simples, fáceis de reunir e de aplicar, sem sobrecarregar os trabalhadores (Cox et al., 2003).

A maioria das unidades usadas no sistema estimativa/custo também podem ser usadas no sistema de medição da produtividade:

- **Unidades/MH:** é uma das abordagens quantitativas básicas mais usualmente encontrada na indústria da construção. Este método mede o número de unidades concluídas por hora de trabalho individual. Este procedimento leva pouco tempo para

implementar e reunir informações e pode ser usado em qualquer tarefa ou atividade básica.

- **€/Unidades:** é o valor em euros associado à instalação de uma unidade completa, incluindo custos de materiais, mão de obra, desperdício e custos de equipamentos. Este método é suficiente para monitorizar tarefas básicas. Tem em comum com o anterior de serem ambos simplistas, de fácil aplicação e consequentemente os mais utilizados. A unidade de medida pode ser prontamente alterada e os métodos fornecem uma recolha rápida de dados para a maioria dos trabalhos manuais.
- **Custo:** pode ser usado para prever o sucesso ou falha do esforço geral da construção. O custo do trabalho envolve a monitorização do desempenho, comparando os custos atuais acumulados com os custos orçamentados para o trabalho realizado até à data.
- **Conclusão no Prazo:** serve como uma medida holística do desempenho de acordo com a duração do cronograma. Tanto o custo como o prazo são frequentemente incorporados para entender melhor o desempenho atual da construção.
- **Gestão de Recursos:** é uma ferramenta importante para controlar o desperdício de material antes de uma alteração, e, em seguida, comparar a quantia desperdiçada após a mudança.
- **Controlo da Qualidade/ Trabalhos a Mais:** normalmente são responsáveis por 6 a 12% da despesa total de uma construção. Essas despesas têm um grande impacto no orçamento final da obra. O cálculo da mudança do número horas-homem e dos custos dos materiais para reparar o trabalho no local pode ser uma ferramenta eficaz para medir o desempenho geral. Se se reduzirem-se os trabalhos a mais de uma determinada tarefa podem aumentar-se os lucros drasticamente.
- **Percentagem Completa:** pode ser estimado por um encarregado de obra ou um supervisor do trabalho. Usualmente é utilizado para tarefas de menor importância e de curta duração, porque não compensa a aplicação de métodos mais caros. Geralmente, é amplamente utilizado na solicitação da preparação de pagamentos mensais. Este método torna-se mais preciso com a experiência da pessoa que o executa.

- **Horas Homem Ganhas:** é um dos métodos mais conhecidos para medir a *performance* dos trabalhadores. As horas de trabalho são obtidas pelo trabalho concluído no local. Ao multiplicar as taxas estimadas de unidades pela quantidade de trabalho concluído (unidades), chega-se ao número de horas-homem obtidas para essa tarefa específica até ao momento. Ao subtrair o número real de horas-homem cobradas numa tarefa do número de horas-homem ganhas fornece-se um indicador de produtividade de trabalho.
- **Contabilidade de Tempo Perdido:** a contabilidade de tempo perdido é outra área que poderá trazer um grande retorno. O retrabalho é tempo perdido, desperdiçando horas de trabalho sem retorno. Este método mede a produtividade de acordo com o número de horas de trabalho perdidas devido ao tempo ocioso, com a espera de materiais, instruções ou ordens de serviços diárias. Ao reduzir o tempo médio ocioso do trabalhador, a produtividade dos trabalhos aumentará. A única despesa para a empresa seria de planejar previamente a operação de construção para aumentar a eficiência.
- **Lista de Tarefas:** existem inúmeras maneiras de descrever a lista de tarefas, incluindo o valor total da lista de itens *versus* o valor total do contrato ou as horas-homem para tarefas. O uso da lista de tarefas ocorre no final de qualquer tarefa ou projeto específico.

3.2.1.2 Indicadores Qualitativos de Desempenho

Os indicadores qualitativos de desempenho não são comumente aceites como ferramentas fiáveis de avaliação de desempenho e produtividade, devido à dificuldade percebida e/ou incapacidade de serem medidos. Ao contrário dos indicadores quantitativos de desempenho, os indicadores qualitativos não aparecem no sistema de estimativa/custo utilizado pela maioria das empresas de construção.

Os principais indicadores qualitativos de desempenho são:

- **Segurança:** é uma grande preocupação para todas as empresas de construção, independentemente do tipo de trabalho realizado. A segurança é medida quantitativamente através de taxas de incidência e classificações de modificação da experiência. O objetivo de um programa de segurança é eliminar as perdas devido a

práticas inadequadas de trabalho que possam impactar o bem-estar da força de trabalho, logo pode ser considerado um KPI qualitativo. A segurança pode ser usada para relatórios de desempenho, medindo a mudança no número de acidentes ou problemas relacionados com a segurança no local de trabalho. A falta de segurança pode ter um tremendo impacto no trabalho.

- **Rotatividade:** é um problema que afeta a indústria da construção e aumenta indiretamente os custos gerais. A medição dos custos associados aos trabalhadores que saem da empresa para procurar trabalho em outro lugar e o custo de treinar novos funcionários para preencher essas posições é uma ferramenta valiosa para determinar o desempenho geral da construção. Altas percentagens de rotatividade de funcionários resultam em menor qualificação média dos trabalhadores no local, o que pode afetar a qualidade do trabalho que está sendo executado. Além disso, os recursos gastos no treino de novos funcionários aumentam o custo das operações de construção. Ao avaliar a mudança da rotatividade da empresa, os impactos no desempenho podem ser estimados.
- **Absentismo:** a evolução da *performance* baseada no absentismo oferece unidades mais concretas de medição. O absentismo pode ser mensurado por uma mudança no número de horas-homem perdidas devido às faltas durante a duração do projeto de construção. Uma diminuição no número de horas de trabalho perdidas resulta diretamente em maior produção no trabalho. Diminuir o número de absentismo ajuda a manter a mão de obra motivada para concluir o trabalho de acordo com o cronograma.
- **Motivação:** o indicador mais difícil de medir é a motivação do trabalhador. A motivação pode ser definida como a atitude do trabalhador em relação ao trabalho e ao ambiente criado no local de trabalho. Também pode significar a disposição dos funcionários em executar a tarefa em mãos, para satisfazer a administração.

Em suma, os indicadores de desempenho qualitativo não podem ser categorizados na estimativa/custo e o seu impacto nos custos da obra é muito real. Os indicadores qualitativos desempenham um papel importante em praticamente todas as áreas do processo de construção. Os gestores que não incorporam esses indicadores qualitativos

podem deixar de reconhecer uma área importante que leve a um impacto na avaliação de desempenho.

3.2.2 Planeamento de Recursos (ERP)

Com a maior competitividade caracterizada pelo crescente fluxo de informações, as mudanças e o impacto sobre as organizações são inevitáveis. É frequente, entre as empresas procurarem focar-se em promover inovações que resultem em retorno financeiro para as mesmas e qualidade para os seus clientes (Silva Junior & Dasilva, 2014).

A evolução da indústria da construção começou no século XX, quando as novas tecnologias começaram a aparecer. A construção é um setor baseado em dois aspetos, dinheiro e confiança. O dinheiro advém da eficiência operacional. Para alcançar a confiança, as organizações devem ter valores essenciais como o compromisso, a transparência e a qualidade. No entanto, as organizações estão a enfrentar problemas para manter a transparência e o compromisso que as ajudaram a alcançar o sucesso. Foi identificado que uma das razões dos atrasos é a compra e gestão inadequada por parte da cadeia de suprimentos. Para resolver esses problemas, surgiu o sistema de planeamento de recursos empresariais, que reduz o tempo de documentação para compras e ajuda a obter os recursos no prazo, com menos despesas gerais (Gavali & Halder, 2019).

Com a evolução da informação tecnológica (IT), entendeu-se que a utilização dessa tecnologia poderá permitir que qualquer sector alcance o poder do conhecimento. Sem surpresa, a indústria da construção está a ficar para trás em relação a outras indústrias ao perceber a importância de utilizar aplicativos de IT para melhorar a probabilidade de sucesso num ambiente integrado do projeto. O sistema ERP foi desenvolvido a partir do sistema de planeamento de requisitos de materiais (MRP) usado principalmente na indústria mecânica ou de produção. Os bons resultados obtidos noutras indústrias levaram o da construção a adotar esse tipo de planeamento. Desde então, tem sido utilizada como ferramenta para maximizar a eficiência da gestão de inventário de materiais e de encomendas conforme necessário para o projeto de produção (Negahban, 2008).

Existe muitas razões para as discrepâncias entre as indústrias de manufaturação e a da construção. Primeiro, a indústria de construção é única no seu ambiente de trabalho e na natureza das partes envolvidas. Além disso, esta opera atividades baseadas em projetos que

são realizados por diversas entidades que podem estar geograficamente dispersas. Cada um dos participantes do projeto tem diferentes objetivos a serem alcançados. A quantidade de informação e a sua sensibilidade na indústria da construção dificultam a sua gestão (Chaudhari et al., 2019).

No sector da construção, ERP deve ser orientado para projetos, pois todas as empresas são operadas em torno disso. Também permite que as empresas equilibrem os seus recursos com os cinco “M’s”, ou seja: materiais, mão de obra, dinheiro (*money*), máquinas e métodos (Dudgikar, Kumthekar, & Khot, 2012).

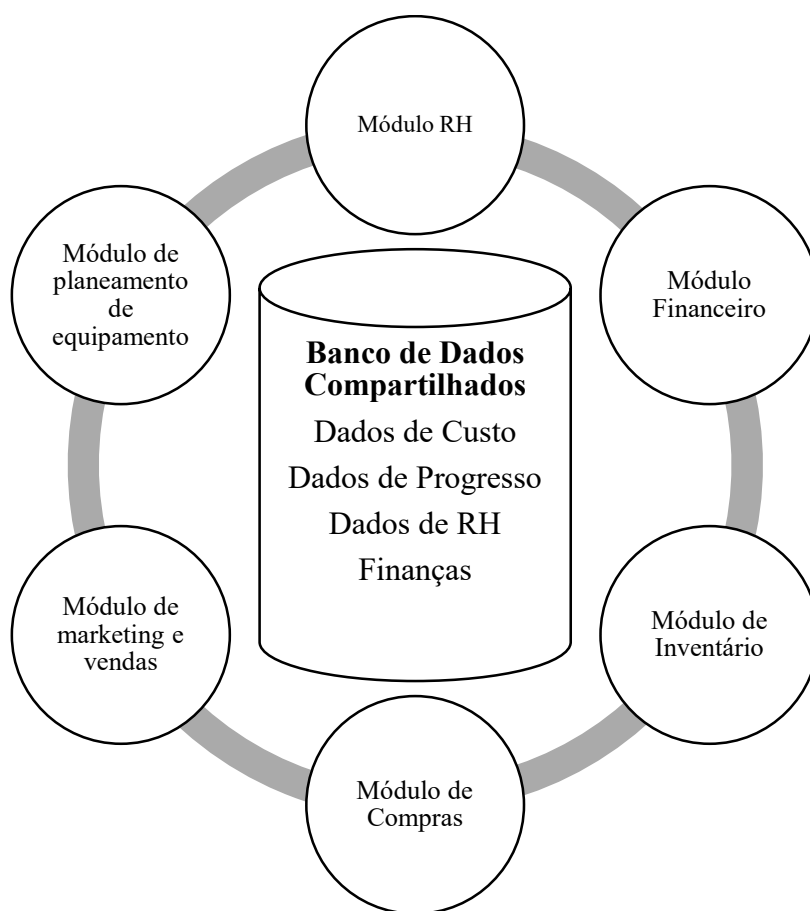


Figura III. Módulos funcionais comuns ERP. Adaptado de (Gavali & Halder, 2019)

3.2.1.1 Características, Vantagens e Desvantagens

Os sistemas ERP são compostos por módulos que suportam diversas atividades das empresas. Numa estrutura típica de funcionamento, os dados são utilizados por um módulo, como o financeiro, recursos humanos, marketing, vendas, etc, são armazenados numa base

de dados central e podem ser manipulados por outros módulos (Silva Junior & Dasilva, 2014).

A disponibilidade de recursos define a capacidade de produção de um contratado. Em geral, uma empresa de construção pode ter acesso a duas categorias de recursos: os internos que são aqueles que possui e os externos que se pode obter num mercado a um preço. O objetivo comum é maximizar a utilização de recursos internos da empresa e usar o mercado para equilibrar a operação da empresa. Como as obras de construção são de natureza transitória, abrange diferentes períodos de tempo e exigem recursos diferentes. Geralmente, é muito difícil obter um equilíbrio entre a capacidade de produção e a carga de trabalho real disponível para uma empresa de construção o tempo todo. Na prática, quando não existem empregos suficientes, é possível alugar alguns dos seus equipamentos próprios, oferecendo preços mais baixos em novos projetos. Todavia, o contratado pode alugar equipamentos externos, recrutar pessoal ou solicitar que os seus funcionários trabalhem horas extras (Chaudhari et al., 2019).

Na tabela IV, serão identificadas as vantagens e desvantagens associadas aos sistemas ERP recolhidos na bibliografia consultada.

Tabela IV. Vantagens e desvantagens associados aos sistemas ERP. Adaptado de (Silva Junior & Dasilva, 2014), (Hoseini, 2013) e (Gavali & Halder, 2019)

Características	Vantagens	Desvantagens
Pacotes Comerciais	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de custos de informática • Redução do número de aplicações • Atualização tecnológica permanente por conta do fornecedor • Melhor visualização, análise e entendimento dos negócios podem ser alcançados com uma melhor imagem corporativa no mercado • Redução da complexidade, necessidade de mão de obra, tempo de planeamento e a documentação em papel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependência do fornecedor • Empresa não detém total conhecimento sobre o pacote • Os dados passam a ser partilhados pela empresa fornecedora • Pode ter um impacto na estratégia organizacional.
Modelos de Processo	<ul style="list-style-type: none"> • Divulga o conhecimento de melhores práticas • Facilita a reengenharia e atualização do seu processo de negócios • É possível obter vantagem competitiva sobre os concorrentes que ajudam na exposição ao mercado global • Impõe padrões • Aumento da satisfação do cliente, fornecendo uma resposta mais rápida às consultas dos clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de adequação do pacote à empresa • Necessidade de alterar processos empresariais • Alimenta a resistência à mudança.
Sistemas Integrados	<ul style="list-style-type: none"> • Integração aprimorada de funções como as operações, informações financeiras, informações sobre pedidos de clientes e de RH • Redução de inconsistência • Redução de mão de obra relacionada com processos de integração de dados • Inventário reduzido de recursos • Maior controlo sobre a operação da empresa 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança cultural da visão departamental para o processo • Maior dificuldade na atualização do sistema, pois exige o acordo entre os diversos departamentos • Um módulo não disponível pode interromper o funcionamento de todos os outros • Risco da perda de capacidade crítica

Características	Vantagens	Desvantagens
	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminação de interfaces entre sistemas isolados • Melhoria da qualidade da informação • Contribuição para a gestão integrada • Otimização global dos processos da empresa • Informações em tempo real podem ser compartilhadas, o que melhora a transparência • Melhoria da tomada de decisão, o planejamento e a capacidade organizacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alimenta a resistência à mudança • É necessário ter forte ligação à internet, porque os dados estão disponíveis numa <i>cloud</i> • Custo de integração entre sistemas.
Banco de Dados Corporativo	<ul style="list-style-type: none"> • Padronização de informações e conceitos • Eliminação de discrepâncias entre informações de diferentes departamentos • Melhoria na qualidade da informação • Os dados são facilmente acessíveis, pois são armazenados num sistema central • Acesso a informação para toda a empresa • Eliminação da duplicação de trabalhos e dados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança cultural para uma visão de disseminação de informações dos departamentos por toda a empresa • Alimenta a resistência à mudança.
Abrangência Funcional	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminação de manutenção de múltiplos sistemas • Padronização de procedimentos, o que acelera o processo • Redução de custos de formação • Melhoria da eficiência do trabalho e a flexibilidade organizacional • Interação com um único fornecedor • Melhoria da utilização de recursos e a sua gestão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependência de um único fornecedor • Se o sistema falhar, toda a empresa pode parar.

3.3. Consequências dos Atrasos

O curso do processo de construção dentro de um determinado período é moldado por vários fatores que são frequentemente previstos na fase de planeamento. Contudo, existe um grupo de fatores bastantes difíceis de prever como condições climáticas, avarias ou incapacidade dos fornecedores. O risco de ocorrência de eventos e problemas inesperados, que potencialmente levarão ao atraso na conclusão das obras ou mesmo à descontinuação do investimento, diz respeito também a esses projetos que são cuidadosamente preparados e organizados. A identificação de fatores de risco na construção com base em medidas subjetivas e objetivas, pode ser usada para otimizar acordos entre investidores e empreiteiros.

Na indústria da construção, um atraso pode ser definido como excedendo a data de execução da obra que foi estipulada no contrato (Głuszak & Leśniak, 2015). Para o investidor, um atraso pode significar uma incapacidade de obter os benefícios dos investimentos no prazo programado. A ocorrência de atrasos pode fazer com que os custos da obra sejam mais altos do que o planeado. Isto pode levar a uma situação em que, em vez de lucro planeado, o contrato incorra em perdas. Além disso, a conclusão fora dos prazos e/ou prematura afeta a imagem do contratante no mercado de construção, nomeadamente a percepção da sua credibilidade e confiabilidade.

Para o dono de obra, em princípio, o atraso na conclusão da empreitada é sempre prejudicial, porém, a antecipação é, por vezes, benéfica. Excetuam-se, no entanto, duas situações: em primeiro lugar, quando a entrada em serviço de uma obra depende de outra empreitada ainda em curso, cuja data de conclusão é mais tardia, ou então, quando não existe disponibilidade financeira para fazer face a encargos mais elevados do que os previstos. Fora estas hipóteses, se o dono de obra pretender antecipar a conclusão de uma obra, pode sempre solicitar a aceleração da mesma ficando, no entanto, obrigado a compensar o empreiteiro dos encargos adicionais que daí resultarem no que toca à mobilização de mais recursos. Para além dessa compensação, o empreiteiro beneficiará ainda do facto de ter os seus recursos disponíveis mais cedo, o que se traduz numa economia dos custos de estaleiro. Quantos aos seus efeitos no desenvolvimento da obra, estes podem ser diretos ou indiretos.

Por um lado, os atrasos podem provocar efeitos diretos nas atividades efetivamente atrasadas, em relação ao que estava planeado e às quais poderá haver necessidade de afetar

mais recursos do que os estavam inicialmente previstos para, eventualmente, recuperar o atraso, ou parte dele, nessas mesmas atividades. Essa implicação pode resultar em valores para a produtividade menores que os esperados, rendimentos inferiores dos equipamentos, ineficiências diversas, problemas na gestão dos meios e dos intervenientes, entre outros. As consequências serão: aumento dos custos diretos, relativos a mão de obra e equipamentos, e, eventualmente, materiais; aumento dos custos de armazenamento, com eventual deterioração de materiais e estagnação de capital, custos financeiros e custos de oportunidade.

As consequências de manutenção e prolongamento do estaleiro na obra por mais tempo consideram-se, também, um efeito direto dos atrasos.

Os efeitos indiretos são aqueles que se refletem, não nas atividades diretamente atrasadas, mas noutras atividades já em curso ou em fase de preparação devido ao efeito em cadeia. Dos impactos indiretos fazem também parte os impactos sofridos pela estrutura exterior à obra, tais como o prolongamento, por mais tempo, do apoio da sede da empresa ou das delegações, a manutenção continuada dos custos comerciais e fiscais, o prolongamento dos seguros e das garantias, etc. (J. P. Couto, 2007).

Recentemente, devido à constante reabilitação existente nos centros urbanos em Portugal reapareceu outro tipo de custo associado, que é o social. Apesar de não ser uma novidade, há muito que está esquecido para as empresas de construção. Talvez por não afetar única e exclusivamente as mesmas, como também os habitantes. Este termo ainda não têm uma definição para ser aplicada na construção civil. Contudo, na economia é definido como “Os custos sociais são o impacto geral de uma atividade económica no bem-estar da sociedade. Custos sociais são a soma dos custos privados decorrentes das atividades e de quaisquer externalidades” (Baker, Fowlie, Lemoine, & Reynolds, 2013).

Este tipo de custos, embora sejam amplamente reconhecidos, não são predominantemente considerados durante o processo de estimativa do custo inicial da obra. Portanto, são raramente considerados na fase de planeamento ou avaliação de licitações nas obras de construção (Gilchrist & Allouche, 2005).

Os custos sociais podem ser classificados em quatro grupos: tráfego, atividades económicas, poluição e ecológico/social e saúde (Baker et al., 2013).

3.4. Planeamento da Obra

A elaboração de um plano de trabalhos é consequência do planeamento do modo de execução da obra. Esse planeamento é um processo de decisão que tem lugar antes da execução da obra e que visa a melhor forma de a concretizar procurando dar resposta às seguintes questões (J. P. Couto, 2007):

- Quais as atividades existentes para realizar a obra?
- Como devem ser executas essas atividades, e a sua duração?
- Quem deverá executar essas atividades e com que meios?
- Quais as durações para as atividades e para o projeto?
- Quando deverão ser finalizadas essas atividades?
- Quais os condicionalismos que podem perturbar o decurso previsto das atividades?
- Quais os custos associados às várias atividades?

O planeamento de uma obra deve assentar numa análise rigorosa das atividades necessárias para a concretização da mesma, utilizando os recursos disponíveis, de modo a obter um custo mínimo. Para além disso, traz benefícios para o empreiteiro porque permite inteirar-se de todas as atividades que tem de executar no âmbito da empreitada e assegura-se que consegue concluí-la no prazo previsto. Para o dono de obra porque permite evitar disputas relacionadas com as alterações e atrasos por eles provocados, se prologuem demasiado, podendo agir de imediato.

3.4.1 Rede de Atividades - Método do Caminho Crítico

Para evitar atrasos, não existe uma solução chave para todas as obras. Devido às características e especificidades de cada uma deve-se selecionar o método mais apropriado para calcular o impacto de uma atividade no caminho crítico do projeto. Esta é umas das decisões mais importantes que um analista pode tomar no processo. Em algumas circunstâncias exigem que se preparem métodos de análise de atraso, tanto prospetivos como retrospectivos a serem aplicados. O primeiro para determinar o efeito provável de um atraso na conclusão e o outro para ilustrar o efeito real dessa mesma atividade, com base no que

realmente aconteceu. O atraso real pode ser reduzido ou atenuado. Portanto, é necessário conhecer o impacto não mitigado, assim como conhecer o impacto real para calcular quantos dias foram salvos por meio de aceleração ou mitigação. Quando esse valor for alcançado, a aplicação conjunta desses processos fornecerá um método confiável para quantificar o direito à extensão de tempo devido, assim como a quantidade de recuperação alcançada.

Qualquer que seja o processo de análise de atraso, ele deve ser facilmente entendido por qualquer profissional da construção civil. O processo deve ser capaz de ser recriado a partir de diversos programas e o método do caminho crítico e seus pressupostos devem ser claros e transparentes.

Uma das principais ferramentas utilizadas pelos gestores de projeto no atual paradigma da construção, onde existem recursos limitados, é o conhecimento e a habilidade em planeamento, programação e controlo usando técnicas do método de caminho crítico, ou seja, “*Critical Path Method – CPM*” (Keane & Caletka, 2015).

O CPM é essencial para vincular a responsabilidade e causalidade nos contratos de construção e é essencial para demonstrar o provável impacto das condicionantes ou projetar uma nova data da conclusão planeada.

Cada variável baseada na criação de um programa CPM (por exemplo, rendimentos da mão de obra, duração e sequências das atividades e custo) um risco que pode ser afetado por condicionantes (Lu & Li, 2003). As atividades são inter-relacionadas sequencialmente, refletindo as várias interdependências, de forma a constituir uma rede lógica do fluxo de trabalho. Uma vez identificados os tempos de duração e as relações lógicas entre atividades, determinam-se as datas iniciais e finais cada atividade. O(s) caminho(s) críticos(s) são compostos(s) pela sequência de atividades mais demoradas na rede de trabalhos, ou seja, aquelas que condicionam a duração total do projeto, já que qualquer atraso ocorrido numa delas dá origem, necessariamente, a um atraso na duração final da obra. Essas atividades que têm uma folga total igual a zero designam-se atividades críticas e constituem o caminho crítico (J. P. Couto, 2007).

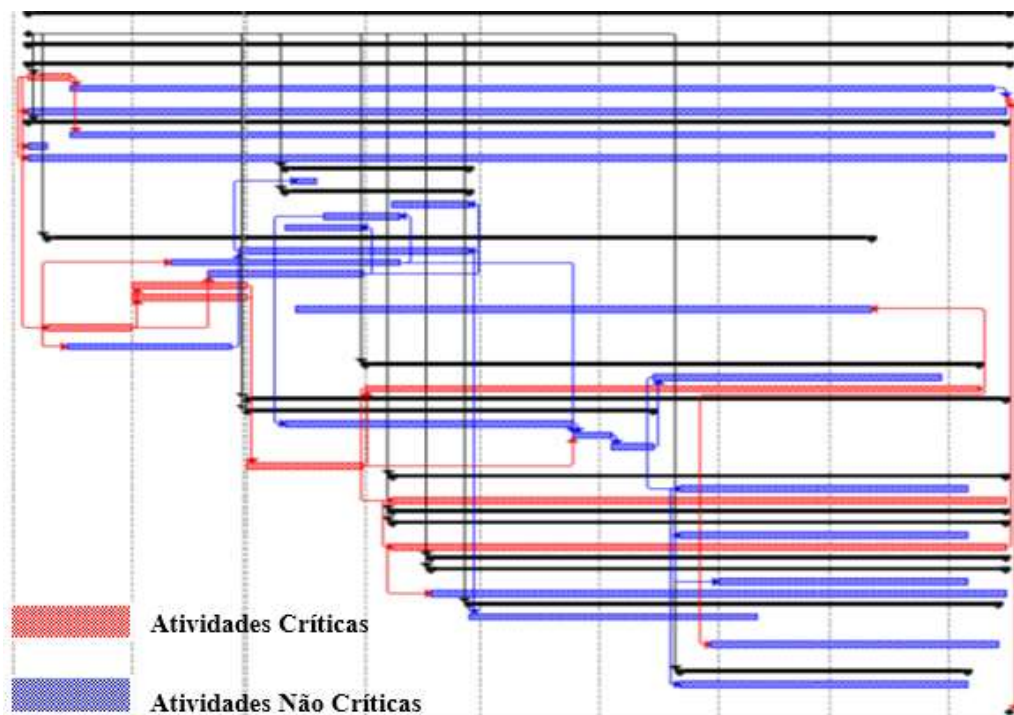


Figura IV. Exemplo de um programa de trabalhos com o caminho crítico

A folga é a porção de tempo que uma atividade dispõe, para além da sua duração, para ser realizada sem comprometer a data de conclusão do projeto. O cálculo das folgas está associado ao cálculo da rede de atividades e passa por determinar as datas de início e de fim mais cedo para cada uma das suas atividades constituintes. Admite-se que a duração das várias atividades é previamente determinada com grande segurança e grau de incerteza insignificante, o que raramente é possível e geralmente corresponde ao custo direto mínimo para a execução de cada atividade. Para calcular os danos dos atrasos é necessário determinar quais as atividades e atrasos que estão no caminho crítico (J. P. Couto, 2007).

Esta identificação da diferença entre atividades com e sem folga (ou seja, atividades críticas e não críticas) é um requisito básico para uma adequada análise dos atrasos baseada no CPM.

Tudo isto exige uma gestão, monitorização e intervenções regulares para manter um projeto em andamento. Todos estes princípios e intervenções de gestão influenciam o desempenho real no local e o caminho crítico construído. Para além disso, o CPM assume uma disponibilidade ilimitada de recursos, sendo que esta suposição não é válida na esmagadora maioria dos casos (Lu & Li, 2003).

3.4.2 Utilização das Folgas

As folgas em termos de programação são a diferença de tempo entre uma sequência de atividades e o caminho crítico. Quando as folgas estão presentes uma atividade pode ser iniciada mais tarde que a sua data de início precoce, sem prolongar o projeto. O tipo mais comum é a folga total, sendo definida como a quantidade de tempo em que uma tarefa pode ser adiada ou prolongada sem afetar o primeiro término calculado da data de conclusão do projeto. Também existe a folga final, que só existe quando a última atividade planeada é realizada antes da data do término do contrato (Keane & Caletka, 2015).

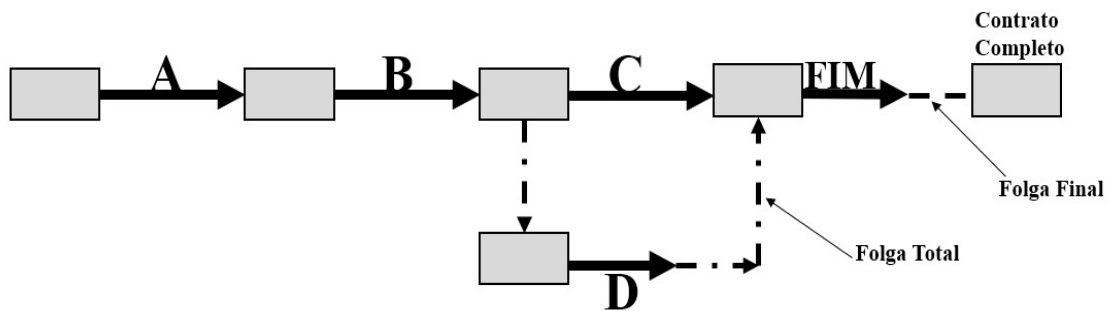


Figura V. Definições de folgas. Adaptado de (Keane & Caletka, 2015)

A utilização das folgas no planeamento das obras é uma questão problemática devido à conexão entre a programação realizada e a análise de atrasos não considerados. As mesmas, podem acatar problemas na reivindicação de atrasos, a exigência de aprovação de programas e diversas especificações onerosas.

Em muitas situações, existe um vazio nos contratos sobre quem recai a propriedade da folga. Algumas vezes são introduzidas pelos donos de obra nas atividades não críticas, em função dos seus próprios interesses, podendo causar custos inesperados ao empreiteiro. Contudo, alguns contratos estipulam a quem pertence a folga, para evitar indefinições ao longo da realização da obra. Nos contratos que indicam que o dono de obra possui a folga, este deve estar preparado para pagar mais, à medida que os empreiteiros aprendem que estes projetos são mais caros (Householder & Rutland, 2002).

O entendimento sobre a quem pertencem as folgas entre entidades, não é pacífico e pode causar algumas discussões entre o empreiteiro e o dono de obra.

As folgas das atividades são um recurso de gestão que providencia flexibilidade à operação do empreiteiro. Se este perde esta flexibilidade como resultado de perda das folgas, a capacidade deste para gerir os recursos é enfraquecida. A presença da folga na planificação permite flexibilidade no acordo e no desempenho das atividades não críticas, possibilitando o uso mais económico dos recursos e permitindo a resolução de problemas imprevistos. Dessa forma, o empreiteiro pode minimizar os custos e consequentemente apresentar preços mais baixos. A aptidão do empreiteiro em alternar recursos com vista a executar o seu trabalho com a máxima eficiência, é prejudicada pelo facto de perder a flexibilidade que lhe é tradicionalmente conferida pela propriedade e consequente gestão das folgas das atividades. Isto, pode ter custos maiores do que inicialmente estavam previstos (J. P. Couto, 2007).

3.5. Diferenciação dos Tipos de Atrasos

Os atrasos são muitas das vezes desafiadores em provavelmente todas as organizações e a indústria da construção não é uma exceção. No entanto, a alarmante taxa de atrasos nos projetos de construção exige debate e uma avaliação crítica das reais fontes de atraso. Geralmente, espera-se que seja concluído dentro do prazo acordado antes que as tarefas do projeto iniciem dentro do prazo e orçamentos acordados. Os atrasos nos projetos de construção são geralmente definidos como o tempo adicional necessário para que o empreiteiro termine a obra em comparação com o tempo original acordado com o cliente (Ansah, Sorooshian, & Mustafa, 2018).

Normalmente, os projetos são considerados bem-sucedidos quando cumprem o seu cronograma, o custo esperado e os requisitos do projeto e do cliente. Tendo em consideração o impacto significativo do cronograma, principalmente para proprietários e contratados, em relação à *performance* e o orçamento (Majid, 2006).

Os atrasos podem ser definidos como o tempo adicional necessário para a conclusão de um projeto, em comparação com a data de conclusão original que foi acordada antes do início das obras. É importante mencionar que os efeitos destes atrasos afetam o desempenho na indústria da construção, nas diversas especialidades dos projetos, vidas humanas, desenvolvimento de infraestruturas, governos e a economia (Sorooshian, 2014). O que torna esta temática um problema que prejudica diversos setores e não apenas a construção civil.

Os projetos de construção têm grandes capitais, pois envolvem profissionais de diversas áreas, tecnologia, máquinas e uma quantidade considerável de fundos e, devido a isso, qualquer tempo adicional para a conclusão do projeto acarreta muitas perdas de capital e de investimento (Ansah, Sorooshian, Mustafa, & Duvvuru, 2016).

Embora os atrasos sejam um problema global, o nível de magnitude varia consideravelmente entre os diversos tipos de projetos existentes na engenharia civil e a sua localização geográfica (Shehu, Endut, Akintoye, & Holt, 2014). Alguns atrasos são reportados por alguns dias e/ou alguns anos. Nesse sentido, é essencial ter um conhecimento profundo das principais fontes de atrasos para capacitar os projetistas e diretores de obra a implantar estratégias práticas para mitigar e reduzir os efeitos resultantes dos atrasos. Isso pode ser alcançado através da identificação dos fatores provocadores dos atrasos na indústria da construção (Ansah et al., 2018).

Conforme foi referido anteriormente (cap.2.4.1.), os atrasos na perspectiva do empreiteiro podem ser classificados em quatro grupos; não imputáveis (desculpáveis) com compensação, sem compensação, imputáveis (não desculpáveis) e concorrentes.

Na figura VI estão agrupadas as diversas condicionantes referidas anteriormente conforme o tipo de atraso. De referir, que os atrasos não imputáveis apesar de terem dois subgrupos (compensável ou sem compensação), não serão diferenciados porque podem variar conforme o contrato estabelecido entre o dono de obra e o empreiteiro.

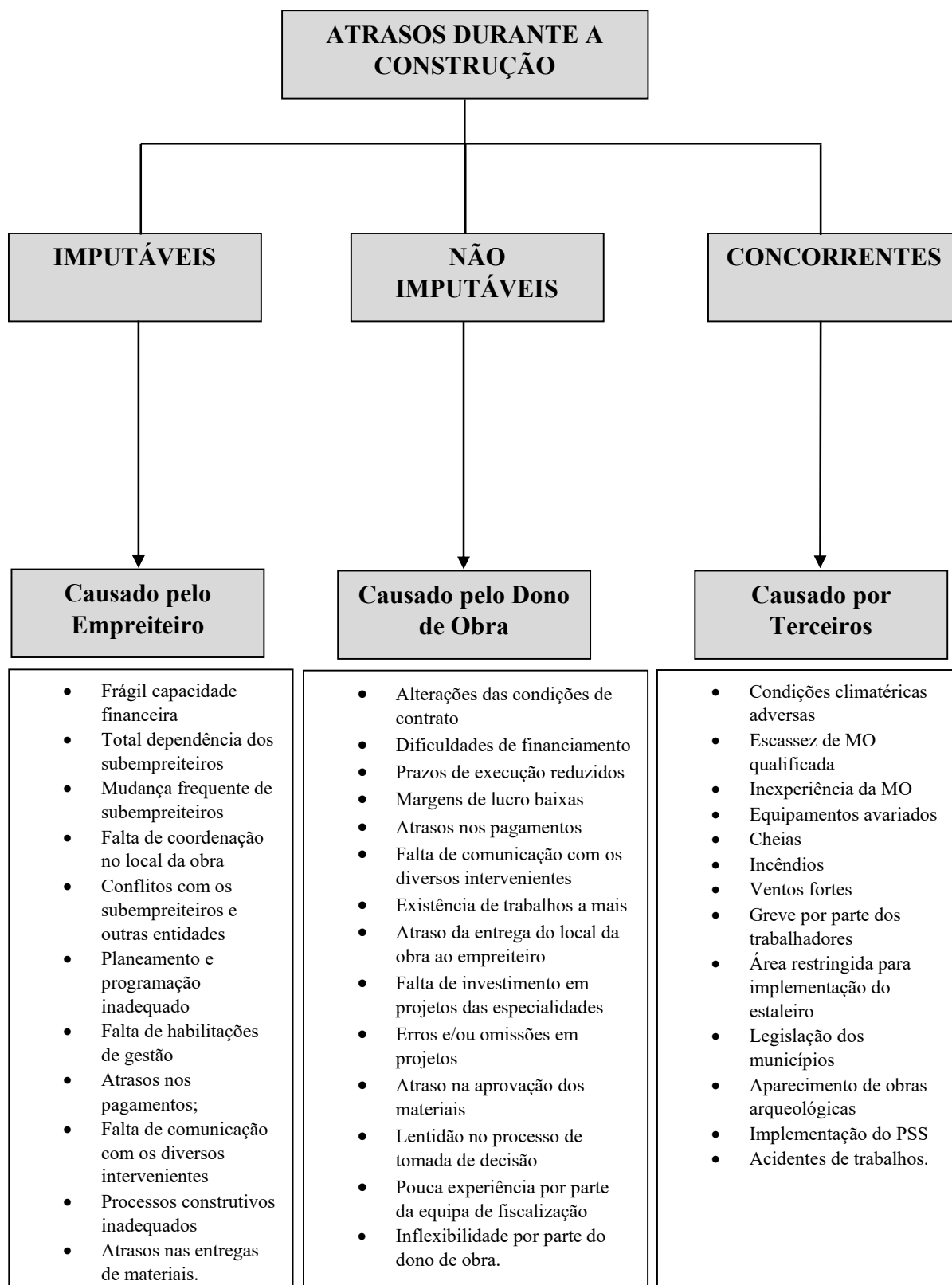


Figura VI. Agrupamento das diversas condicionantes conforme o tipo de atraso

CAPÍTULO IV
CASOS DE ESTUDO

4. CASOS DE ESTUDO

4.1. Breve Apresentação do Grupo SANJOSE

O Grupo SANJOSE, assenta a sua estratégia empresarial na excelência, na inovação, na experiência dos seus profissionais, na otimização de todos os recursos e no compromisso com o cliente. A SANJOSE cria valor melhorando a rentabilidade do investimento, impulsionando o desenvolvimento das regiões e respetivos países através da construção de obras singulares, desenvolvendo infraestruturas de transporte respeitadoras do ambiente e desenvolvendo projetos inovadores e sustentáveis na área industrial, energética e ambiental.

Os seus mais de 45 anos de história, deram lugar à criação de modelos de gestão e execução próprios, baseados na qualidade, na inovação, na eficiência e na total adaptação aos mercados em que opera e às necessidades dos seus clientes.

A organização inclui três unidades de negócio especializadas que, em muitas ocasiões, interagem entre si para um desenvolvimento de projeto mais adequado:

- Edificação
- Infraestruturas
- Engenharia Industrial e Instalações Especiais

O grupo desenvolve a sua atividade de construção em Portugal para além da Constructora San José SA, através da empresa participada a Construtora Udra, Lda. Em Portugal têm centros de produção ativos em Lisboa e no Porto. O Grupo SANJOSE mantém a missão de colaborar e ajudar os seus clientes na rentabilização dos seus investimentos, sempre com soluções inovadoras e produtivas. A dimensão e prestígio alcançado, revelam a competência, responsabilidade e espírito de servir de todos os seus colaboradores (“III Semana da Reabilitação Urbana,” 2016)

Fonte: <https://www.grupo-sanjose.com/pt/construccion.php>

4.2. Apresentação dos Casos de Estudos

Na tentativa de se encontrar uma maior quantidade de condicionantes, que introduzem atrasos na execução de obras, foi realizada uma abordagem a 3 casos de estudo, todos de diferentes tipologias e diferentes distritos do país. Desta forma, tenta-se perceber se existem diferentes condicionantes para cada tipologia de edifício, ou se, porventura, serão as mesmas.

Uma das empreitadas é um empreendimento hoteleiro no centro do Porto, “*The Largo Hotel*”, na qual foi realizado o acompanhamento em tempo real, e onde se procurou compreender quais os problemas que surgem durante a realização da mesma e os fatores que afetaram o prazo de execução. A segunda é um edifício destinado a habitação, a comércio e/ou serviços em Leiria “*Empreendimento Moagem Heritage*”. Por último, é uma indústria em Vagos “*Fábrica Ria Blades*”. Estas duas últimas, são obras finalizadas que sofreram prorrogações dos prazos e, por esse motivo, serão estudadas retrospectivamente de forma a identificar os atrasos.

Em suma, apesar de todas estas obras terem diferentes características, será de extrema importância averiguar quais as condicionantes que têm em comum, assim como, as diferentes variáveis que impediram o cumprimento dos prazos estabelecidos.

4.2.1 Casos de Estudo

4.2.1.1 *The Largo Hotel*

O local da obra situa-se entre a Rua das Flores e a Rua da Vitória, no centro urbano da cidade do Porto. Nas figuras seguintes, pode observar-se o enquadramento no domínio do território nacional (fig.VII), assim como a imagem satélite do local (fig.VIII).

O prazo de execução previsto para a execução da empreitada era de 184 dias sendo que o início foi a 05/08/2019 e o término seria a 16/04/2020. A prorrogação do prazo para a finalização da empreitada estima-se que sejam 2 meses.



Figura VII. Enquadramento no território nacional

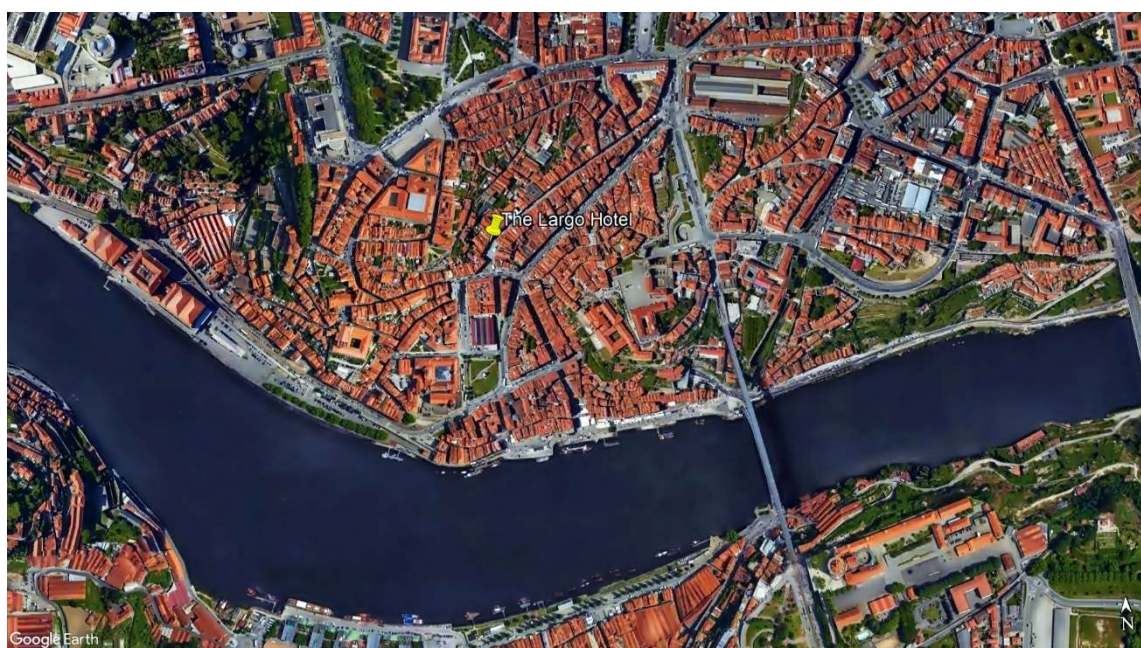


Figura VIII. Imagem satélite do local da obra (Fonte *Google Earth*)

O faseamento da obra está dividido em três partes, sendo que a primeira foi adjudicada à Constructora San José, consistindo principalmente em atividades de demolições e de execução estruturais.

A obra está repartida em cinco edifícios previamente existentes (fig.IX) que darão origem ao hotel. Desta forma torna-se mais eficaz identificar as diversas atividades que são necessárias realizar.

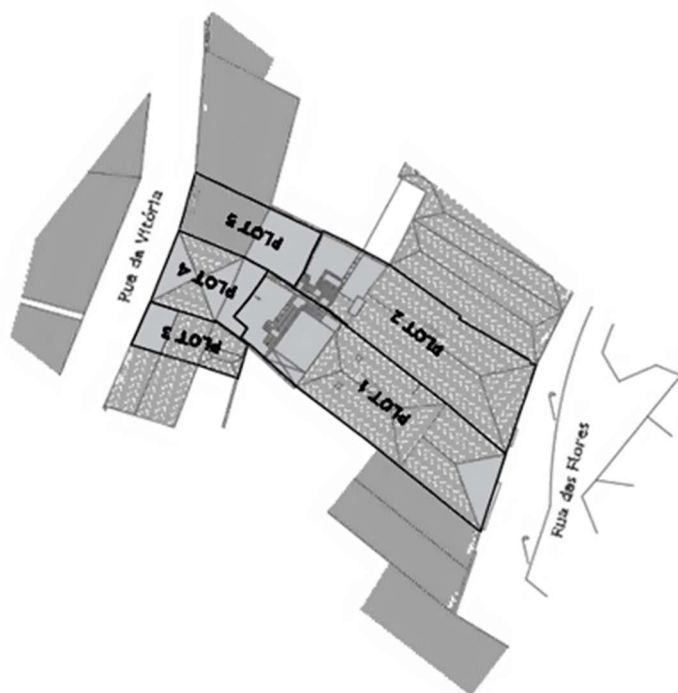


Figura IX. Planta de implantação

As diversas atividades correspondentes à realização da obra serão apresentadas numa tabela resumo (tab.V).

Tabela V. Resumo das tarefas Largo Hotel

Nome da Tarefa	Edifício
Contenção de Fachadas	1,2 e 3
Demolições	1,2,3,4 e 5
Escavação	2,4 e 5
Microestacas	2
Muros de Munique	2,4 e5
Perfis Metálicos	2,4 e5
Túneis	1
Sistema de Impermeabilização	2

4.2.1 2 Empreendimento *Moagem Heritage*

O local da obra situa-se na Rua de São Francisco no distrito de Leiria. Nas figuras seguintes, pode observar-se o enquadramento no domínio do território nacional (fig.X) assim como a imagem satélite do local (fig.XI).

O prazo de execução previsto para a execução da empreitada era de 446 dias úteis sendo que o início foi a 07/09/2015 e o término previsto a 05/06/2017. A prorrogação do prazo para a finalização da empreitada foi de 8 meses.



Figura X. Enquadramento no território nacional



Figura XI. Imagem satélite do local da obra (Fonte *Google Earth*)

A obra está repartida em três edifícios previamente existentes (fig.XII) que darão origem ao edifício multifamiliar. Desta maneira torna-se mais eficaz identificar as diversas atividades que existiram em obra.

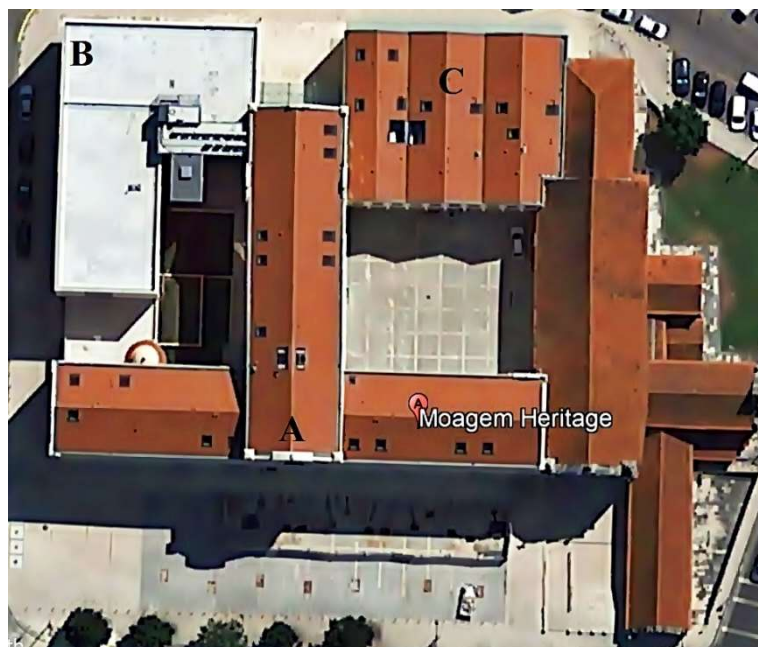


Figura XII. Identificação dos diferentes edifícios

As diversas atividades correspondentes à realização da obra são apresentadas na tabela resumo (tab.VI).

Tabela VI. Resumo das tarefas *Moagem Heritage*

Nome da Tarefa	Edifício
Demolições e movimentos de terras	A, B e C
Fundações	B e C
Cofragem	A, B, C
Betão	A, B, C
Aço	A, B, C
Estrutura Metálica	A, B, C
Estrutura em Madeira	A

Nome da Tarefa	Edifício
Reforço de Fundações	A
Reconstrução de Abóbodas	A
Substituição de Pedras Existentes	A
Pavimento	B e C
Contenção Periférica	C
Instalações Elétricas	A, B e C
Rede Predial de Águas	A, B e C
Arranjos Exteriores	A, B e C
Elevadores	A, B e C

4.2.1.3 Fábrica Ria *Blades*

Esta obra situa-se na Rua da Barreira no distrito de Aveiro. Nas figuras seguintes, pode observar-se o enquadramento no domínio do território nacional (fig.XIII). assim como a imagem satélite do local (fig.XIV).

O prazo de execução previsto para a execução da empreitada era de 183 dias úteis sendo que o início foi a 14/04/2014 e o término previsto a 30/12/2014.A prorrogação do prazo para a finalização da empreitada foi de 3 meses e meio.



Figura XIII. Enquadramento no território nacional



Figura XIV. Imagem satélite do local da obra (Fonte *Google Earth*)

A obra é um edifício de tipologia industrial (fig.XIV), sendo que neste caso a construção realizada foi a expansão do mesmo.

Tabela VII. Resumo das tarefas *Ria Blades*

Nome da Tarefa
Demolições
Terraplenagens
Pilares e Fundações em Betão

Nome da Tarefa
Estrutura Metálica
Arquitetura
Drenagem de Águas
Elettricidade

4.2.2 Condicionantes

Existem diversas condicionantes numa obra, desde aquelas que podem ser previstas em fase de projeto, as que são características da própria obra, as que dependem da legislação dos municípios, os hábitos dos diversos trabalhadores que variam consoante a zona do país, acontecimentos improváveis como condições climáticas adversas e incêndios, entre outros. Todos estes fatores condicionam os trabalhos na obra e podem pôr em causa o prazo estabelecido para a receção provisória da mesma.

Para uma melhor perceção das diversas condicionantes existentes em cada tipologia de edifício foi criada uma tabela (tab.VIII).

Tabela VIII. Diversas condicionantes existentes nas obras

Nome da Obra	<i>The Largo Hotel</i>	<i>Moagem Heritage</i>	<i>Ria Blades</i>
Prazo de execução previsto	05/08/2019-16/04/2020	07/09/2015-05/06/2017	14/04/2014-30/12/2014
Prazo executado	05/08/2019-*	17/09/2015-19/02/2018	14/04/2014-13/03/2015
Tempo de Atraso	2 meses**	8 meses	3 meses e 15 dias
Condicionantes	<ul style="list-style-type: none"> • Construção do túnel (Tipo de rocha mais dura do que estava previsto em projeto; • Falta de espaço para implementação do estaleiro; 	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto inicial foi reformulado em todas as especialidades; • Projeto de estruturas teve de ser realizado 	<ul style="list-style-type: none"> • O local de trabalho não estava disponível na data do início das obras; • Solo de má qualidade, o que

Nome da Obra	<i>The Largo Hotel</i>	<i>Moagem Heritage</i>	<i>Ria Blades</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Soldaduras dos perfis metálicos não foram bem executadas; Escavações arqueológicas; Equipamento para realizar as microestacas inadequado; Na realização das escavações foi encontrado um tubo de água em funcionamento; Projeto de fundações inadequado; Fachada que estava prevista ser demolida, mas foi impedida por parte da câmara por ter um interesse patrimonial; Alterações aos projetos pouco claras; D.O não está presente nas reuniões. E a comunicação por e-mail serem em inglês O horário do trânsito na rua das Flores está limitado durante o dia o que limita a entrega de materiais; Difícil acesso para a Rua da Vitória Intransigências por parte da fiscalização; Inexperiência por parte da fiscalização; Os elementos de fundação terem causado danos no edifício adjacente; Pandemia COVID-19. 	<p>pelo empreiteiro devido aos erros do projeto inicial;</p> <ul style="list-style-type: none"> Aparecimento de vestígios arqueológicos não detetados anteriormente; Bloco A é um edifício histórico; Consignação parcial; Realização de muitos trabalhos a mais; Mudança de diretores de obra. 	<p>obrigou a uma mudança no tratamento;</p> <ul style="list-style-type: none"> Soluções de projeto desajustadas (claraboias e estrutura metálica); Implementação das zonas de trabalho não estavam totalmente disponíveis porque a fábrica continuou em funcionamento; Necessidade de executar mais estacas e a uma maior profundidade; Ano com elevada precipitação; Demolições de fachadas com a fábrica em funcionamento; Alteração nos pavimentos exteriores e da drenagem das águas.

* A obra encontra-se em execução

** Tempo de atraso previsto

4.2.3. Avaliação das Condicionantes

Qualquer condicionante interfere negativamente com o planeamento delineado antes da execução da obra. Contudo, existem algumas mais prejudiciais que outras, por isso para cada obra será realizada a avaliação que cada uma teve no programa de trabalhos previsto.

Para isso, será realizada uma escala quantitativa, que varia de 1 a 10, sendo ‘1’ sem importância e ‘10’ de extrema importância.

4.2.3.1. *The Largo Hotel*

Tabela IX. Classificação das condicionantes Largo Hotel

Condicionantes	Classificação
Tipo de rocha mais duro na construção do túnel	8
Falta de espaço para implementação do estaleiro	6
Soldadura dos perfis metálicos não terem sido bem executadas	4
Escavações arqueológicas	4
Equipamento para realizar as microestacas inadequado	5
Tubo de água em funcionamento	3
Projeto de fundações inadequado	9
Impedimento de demolição de fachada com interesse patrimonial	4
Alterações aos projetos pouco claras	6

Condicionantes	Classificação
DO não estar presente nas reuniões e a comunicação por e-mail ser em inglês	5
Horário do trânsito limitado na Rua das Flores	4
Difícil acesso para a rua da Vitória	5
Intransigência por parte da fiscalização	5
Inexperiência por parte da fiscalização	6
Elementos de fundação terem causado danos no edifício adjacente	8
Pandemia COVID-19	10

4.2.3.2. Empreendimento Moagem Heritage

Tabela X. Classificação das condicionantes Moagem *Heritage*

Condicionantes	Classificação
Projeto inicial reformulado em todas as especialidades	9
Projeto de estruturas realizado pelo empreiteiro	9
Aparecimento de vestígios arqueológicos não detetados anteriormente	7
Edifício A ser classificado como património histórico	5
Consignação parcial	4

Condicionantes	Classificação
Realização de trabalhos a mais	6
Mudanças de diretores de obra	6

4.2.3.3. Fábrica Ria *Blades*

Tabela XI. Classificação das condicionantes Ria *Blades*

Condicionantes	Classificação
Local de trabalho não estava disponível na data do início das obras	6
Solo da má qualidade, que não estava previsto em projeto	7
Soluções de projeto desajustadas (Claraboias e Estruturas Metálicas)	6
Fábrica em funcionamento	5
Demolições de fachadas com a fábrica em funcionamento	6
Ano de elevada precipitação	7
Alteração nos pavimentos exteriores e da drenagem de águas pluviais	5

4.2.4. Categoria das Condicionantes

Após a classificação das diversas condicionantes que causam atrasos em obras, estas serão agrupadas em oito categorias, em função da sua origem. Desta forma será possível identificar a origem dos atrasos com maior facilidade.

Desta forma torna-se possível perceber quais são as entidades e/ou causas que têm maior impacto nos atrasos em obra.

4.2.4.1. *The* Largo Hotel

Tabela XII. Categoria das condicionantes Largo Hotel

Condicionantes	Categoria
Tipo de rocha mais duro na construção do túnel	P
Falta de espaço para implementação do estaleiro	FE
Soldadura dos perfis metálicos não terem sido bem executadas	MO
Escavações arqueológicas	FE
Equipamento para realizar as microestacas inadequado	EQ
Tubo de água em funcionamento	E
Projeto de fundações inadequado	P
Impedimento de demolição de fachada com interesse patrimonial	FE
Alterações aos projetos pouco claras	P
DO não estar presente nas reuniões e a comunicação por e-mail ser em inglês	DO
Limitação do horário do trânsito na rua das Flores	FE
Difícil acesso para a rua da Vitória	FE

Condicionantes	Categoria
Intransigência por parte da fiscalização	F
Inexperiência por parte da fiscalização	F
Elementos de fundação terem causado danos no edifício adjacente	E/P
Pandemia COVID-19	FE

4.2.4.2. Empreendimento Moagem *Heritage*

Tabela XIII. Categoria das condicionantes Moagem *Heritage*

Condicionantes	Categoria
Projeto inicial reformulado em todas as especialidades	P
Projeto de estruturas realizado pelo empreiteiro	P
Aparecimento de vestígios arqueológicos não detetados anteriormente	FE
Edifício A ser classificado como património histórico	FE
Consignação parcial	DO
Realização de trabalhos a mais	DO/P
Mudanças de diretores de obra	E

4.2.4.3. Fábrica Ria *Blades*

Tabela XIV. Categoria das condicionantes Ria *Blades*

Condicionantes	Categoria
Local de trabalho não estava disponível na data do início das obras	DO
Solo da má qualidade, que não estava previsto em projeto	P
Soluções de projeto desajustadas (Claraboias e Estruturas Metálicas)	P
Fábrica em funcionamento	DO
Demolições de fachadas com a fábrica em funcionamento	DO
Ano de elevada precipitação	FE
Alteração nos pavimentos exteriores e da drenagem de águas pluviais	P

4.2.5. Impacto das Condicionantes

Tendo em consideração os três casos de estudo analisados ao longo do estágio, será realizado um tratamento estatístico para determinar quais os fatores que causaram atrasos nas diversas obras. As percentagens significam o impacto que a condicionante teve no atraso total da empreitada.

Posteriormente, determinou-se qual a categoria de condicionantes que causaram mais atrasos, sendo que nesta situação será analisado cada situação em particular assim como no total dos casos.

4.2.5.1. *The Largo Hotel*



Figura XV. Impacto das condicionantes no prazo de execução Largo Hotel

As principais condicionantes para a execução do prazo na obra “*The Largo Hotel*” foram o projeto de fundações inadequado, alguns dos elementos de fundação terem causado danos no edifício adjacente e o tipo de rocha ser mais duro na escavação dos túneis do que estava previsto em projeto.

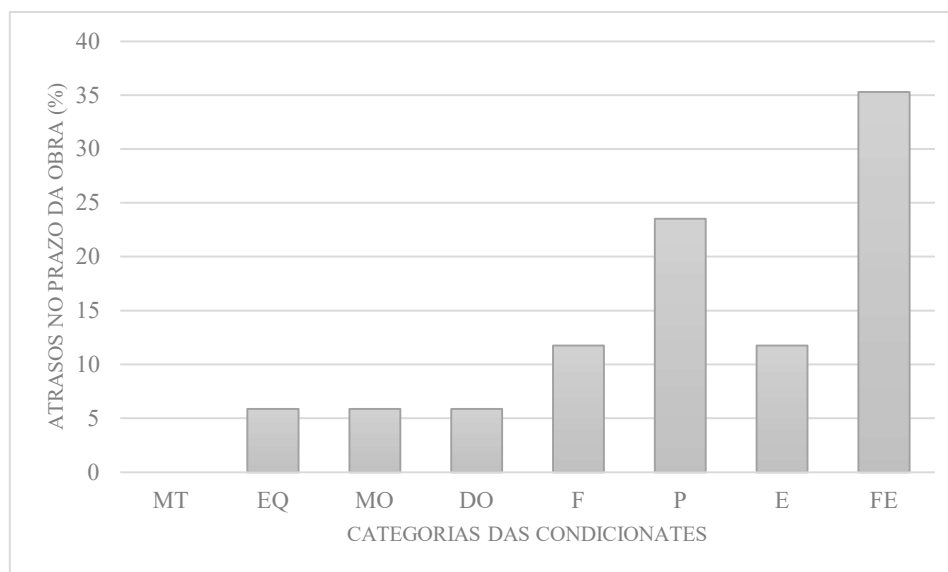


Figura XVI. Categoria das condicionantes Largo Hotel

As principais categorias das condicionantes que causaram atrasos no prazo da obra “*The Largo Hotel*” foram os fatores externos e os projetistas. Estas categorias são muito distintas uma vez que as condicionantes relacionadas com os projetistas são possíveis de resolver, enquanto os fatores externos na maioria das situações são impossíveis, contudo é de extrema importância a sua mitigação para que afetem o menos possível o prazo de execução.

4.2.5.2. Empreendimento Moagem *Heritage*

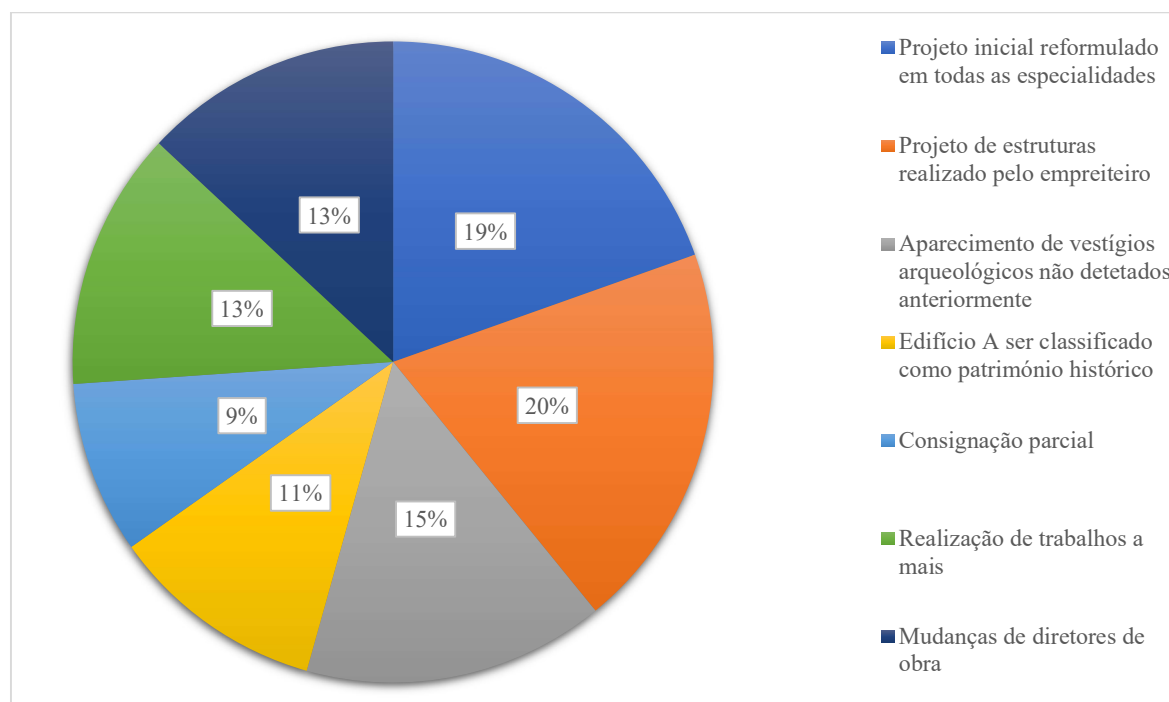


Figura XVII. Impacto das Condicionantes no prazo de execução Moagem *Heritage*

As principais condicionantes para a execução do prazo na obra “Empreendimento Moagem Heritage” foram após a reformulação de todos os projetos das especialidades, ter havido a necessidade de ser o empreiteiro a realizar o projeto de estruturas, e as escavações arqueológicas no edifício B porque estavam previstos apenas 30 dias para a execução, contudo esse período prorrogou-se durante alguns meses.

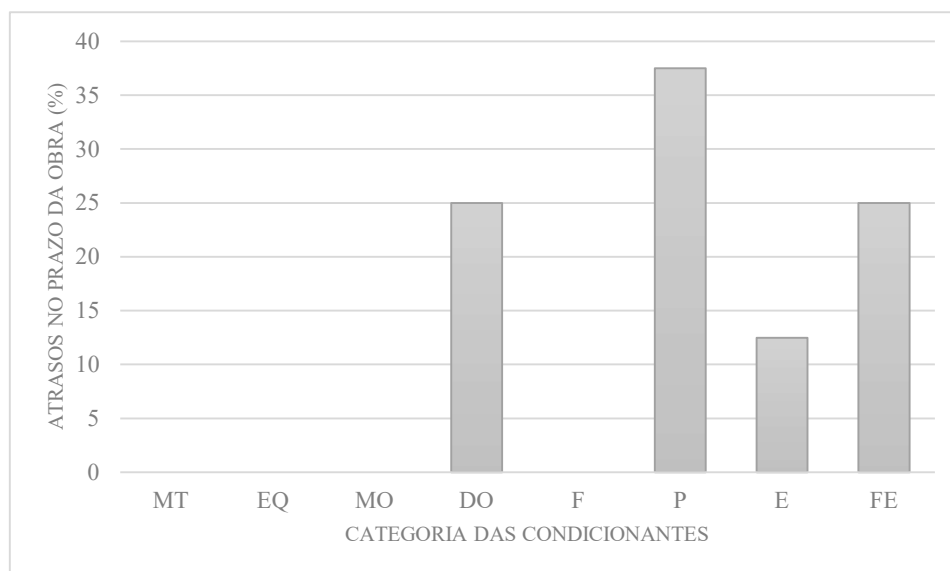


Figura XVIII. Categoria das condicionantes Moagem *Heritage*

As principais categorias das condicionantes que causaram atrasos no prazo da obra “Empreendimento Moagem *Heritage*” foram os projetistas, fatores externos e o dono de obra. Em comparação com o gráfico anterior a categoria dos projetistas e dos fatores externos mantém-se com uma elevada percentagem, contudo acresce também o dono de obra. Talvez por se tratar de um edifício de tipologia multifamiliar esta categoria de condicionante ter uma maior percentagem e consequentemente um maior impacto nos atrasos dos trabalhos.

4.2.5.3. Fábrica Ria *Blades*

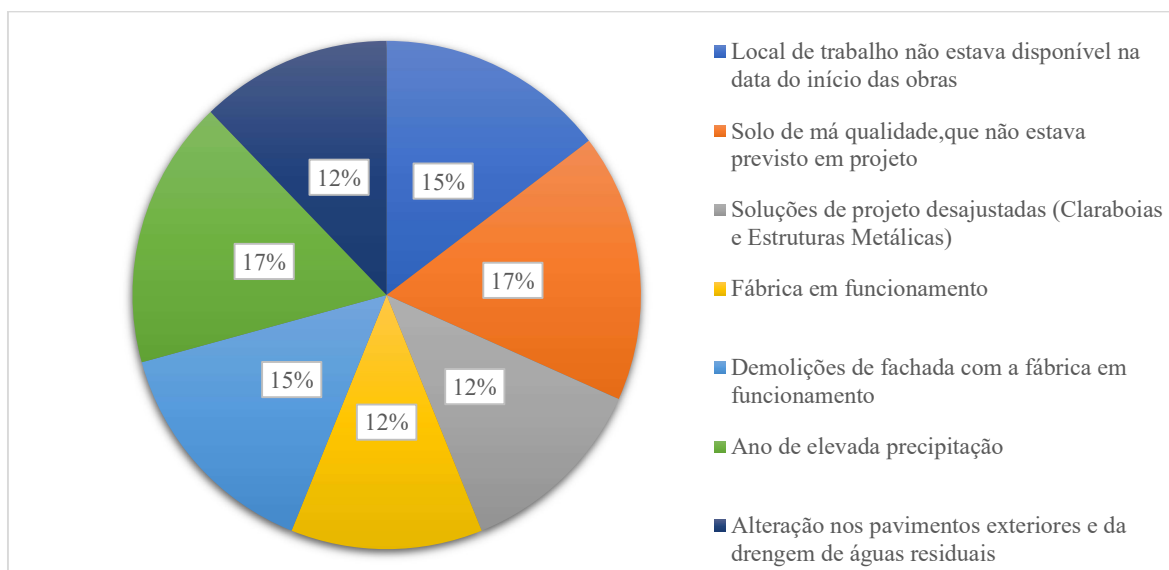


Figura XIX. Impacto das condicionantes no prazo de execução Ria *Blades*

As principais condicionantes para a execução do prazo na obra “Fábrica Ria *Blades*” foram o solo de má qualidade que não estava previsto em projeto, o local da obra não estar disponível na data do início das obras e a demolição das fachadas ter sido realizado com a fábrica em funcionamento.

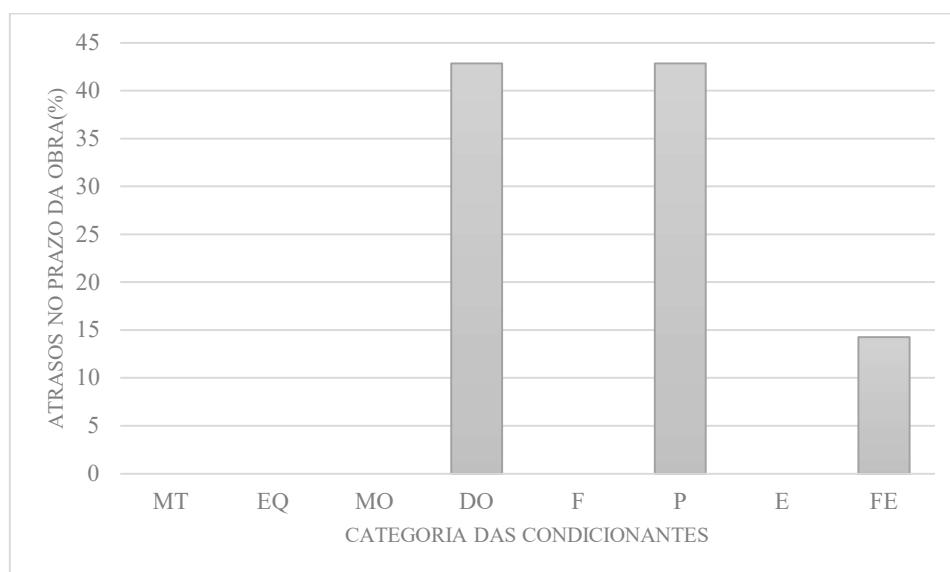


Figura XX. Categoria das condicionantes Ria *Blades*

As principais categorias das condicionantes que causaram atrasos no prazo da obra “Fábrica Ria Blades” foram o dono de obra e os projetistas. Nesta situação particular trata-se de um edifício de tipologia industrial, o que torna esta situação *sui generis* devido aos objetivos do dono de obra serem diferentes das tipologias analisadas anteriormente. Nesta situação, o importante para o dono de obra é ter a obra finalizada o mais rapidamente possível para começar a rentabilizar o investimento. Adicionalmente, os acabamentos são uma tarefa que geralmente exigem tempo e mão de obra especializada, contudo neste tipo de obra têm pouca importância. As condicionantes causadas pelo dono de obra que causaram um grande impacto na prorrogação do prazo foi a fábrica antiga ter continuado em funcionamento durante a demolição de uma fachada e o local de trabalho não estar disponível na data do início das obras.

4.2.5.4. Totalidade dos Casos de Estudo

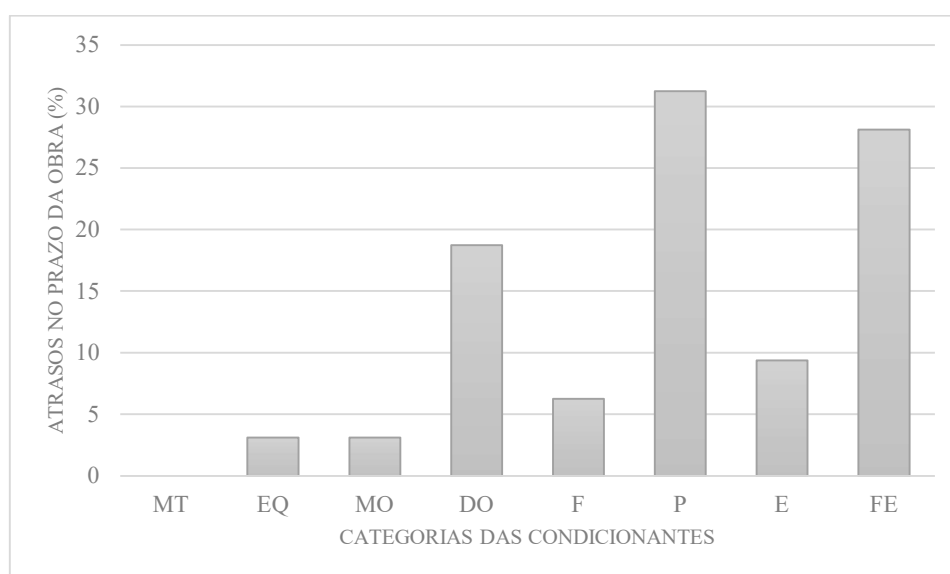


Figura XXI. Categorias das condicionantes na totalidade dos casos de estudo

As principais categorias das condicionantes que causaram atrasos nos 3 casos de estudo foram os projetistas e os fatores externos. As conclusões que podem ser retiradas são que os projetistas, muitas das vezes, adotam soluções construtivas desajustadas à realidade da obra e erros e/ou omissões que fazem com que a realização do prazo para execução da obra seja impossível de cumprir. Adicionalmente, os fatores externos são uma categoria responsável por muitos atrasos, o que torna de extrema importância a análise antes da entrada em obra por parte do empreiteiro, para mitigar o seu impacto na prorrogação do prazo.

4.2.6. Diferenciação dos Tipos de Atrasos

Neste capítulo serão identificados os diversos tipos de atrasos que ocorreram durante a construção, assim como a sua causa.

O intuito é de ser possível imputar as devidas responsabilidades aos diversos intervenientes que participam numa obra.

4.2.6.1. *The Largo Hotel*

Tabela XV. Diferenciação dos tipos de atrasos

ATRASOS DURANTE A CONSTRUÇÃO		
Imputáveis	Não Imputáveis	Concorrentes
Causado pelo Empreiteiro	Causado pelo Dono de Obra	Causado por Terceiros
<ul style="list-style-type: none"> • Durante a escavação foi encontrado um tubo de água em funcionamento • Elementos de escavação terem causado danos no edifício adjacente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de rocha mais duro na construção do túnel • Projeto de fundações inadequado • Alterações ao projeto serem pouco claras • DO não estar presente nas reuniões e a comunicação por e-mail ser em inglês • Intransigência por parte da fiscalização • Fiscalização não assumir responsabilidades • Elementos de escavação terem causado danos no edifício adjacente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de espaço para implementação do estaleiro • Soldadura dos perfis metálicos não ter sido bem executada • Escavações arqueológicas • Equipamento inadequado para realizar as microestacas • Impedimento de demolição de fachada com interesse patrimonial • Horário do trânsito limitado na Rua das Flores • Dificil acesso para a Rua da Vitória • Pandemia COVID-19.

4.2.6.2. Empreendimento Moagem Heritage

Tabela XVI. Diferenciação dos tipos de atrasos

ATRASOS DURANTE A CONSTRUÇÃO		
Imputáveis	Não Imputáveis	Concorrentes
Causado pelo Empreiteiro	Causado pelo Dono de Obra	Causado por Terceiros
<ul style="list-style-type: none"> Mudança de diretores de obra. 	<ul style="list-style-type: none"> Projeto inicial reformulado em todas as especialidades Projeto de estruturas realizado pelo empreiteiro Consignação parcial Realização de muitos trabalhos a mais. 	<ul style="list-style-type: none"> Escavações arqueológicas no edifício B Edifício A ser classificado como património histórico.

4.2.6.2. Fábrica Ria *Blades*

Tabela XVII. Diferenciação dos tipos de atrasos

ATRASOS DURANTE A CONSTRUÇÃO		
Imputáveis	Não Imputáveis	Concorrentes
Causado pelo Empreiteiro	Causado pelo Dono de Obra	Causado por Terceiros
	<ul style="list-style-type: none"> Local de trabalho não estava disponível na data do início das obras Solo de má qualidade, que não estava previsto em projeto Soluções de projeto desajustadas (Claraboias e Estruturas Metálicas) Fábrica em funcionamento 	<ul style="list-style-type: none"> Ano de elevada precipitação.

ATRASOS DURANTE A CONSTRUÇÃO		
Imputáveis	Não Imputáveis	Concorrentes
Causado pelo Empreiteiro	Causado pelo Dono de Obra	Causado por Terceiros
	<ul style="list-style-type: none"> • Demolições de fachadas com a fábrica em funcionamento • Alteração dos pavimentos exteriores e da drenagem de águas residuais. 	

A diferenciação dos tipos de atrasos são um modo de conseguir identificar qual a entidade responsável pelos atrasos em obra.

O atraso imputável é causado pelo empreiteiro e nos casos estudados o principal problema imputado é a total dependência dos subempreiteiros. Esta condicionante pode arruinar qualquer programação e planeamento dos trabalhos e consequentemente prorrogar o prazo de execução da empreitada. Adicionalmente, as mudanças de diretores de obra na “Moagem Heritage” contribui para o acréscimo do prazo de execução.

O atraso do tipo não imputável é causado diretamente ou indiretamente pelo dono de obra. Quando o local dos trabalhos não está disponível na data de começo dos trabalhos, como foi no caso da “Fábrica Ria *Blades*”, ou dono de obra não está presente para acompanhar a evolução dos trabalhos como aconteceu na obra “*The Largo Hotel*” podem ser imputadas diretamente ao dono de obra. Por outro lado, os erros e/ou omissões, em projeto, as soluções construtivas inadequadas em obra, a inexperiência e o não assumir das suas responsabilidades por parte da fiscalização são causados indiretamente pelo dono de obra.

Os tipos de atrasos anteriormente mencionados podem ser responsabilidade de uma entidade, todavia, os concorrentes não são imputáveis a qualquer um dos intervenientes. Um exemplo que explicita este raciocínio é a pandemia COVID-19 que ocorreu na obra “*The Largo Hotel*” e que prorrogou o prazo de execução em alguns meses.

CAPÍTULO V
PROGRAMA DE TRABALHOS

5. PROGRAMA DE TRABALHOS

5.1. Considerações Prévias

Um aspeto relevante e que muitas vezes é confundido na construção civil é a diferença entre planeamento dos trabalhos e a sua programação. A definição utilizada para planeamento é a determinação da duração geral, orçamento e condicionantes assim como a identificação de riscos e objetivos gerais de projeto. Enquanto que o significado de programação é a identificação de tarefas individuais, atribuir recursos e orçamentos a cada um criando uma linha de base que determina o início e o término de cada atividade, a flutuação disponível e o caminho crítico de projeto. Adicionalmente, outro conceito importante de perceber é o controlo de projeto que é uma atualização do programa de trabalhos, monitorização do progresso em relação à linha de base para o desempenho de custo e a medição dos efeitos do progresso, atrasos ou alterações (Keane & Caletka, 2015).

O sistema de análise do caminho crítico é a ferramenta mais apropriada e usada para a gestão de projetos complexos da construção e está no centro de qualquer sistema funcional de controlo de projetos. Apresenta uma representação visual de atividades de projeto, mostrando claramente o tempo necessário para a conclusão de tarefas e rastreia as atividades para que não existam atrasos. Identifica as tarefas que precisam de maior atenção, caso qualquer tarefa demore mais do que o tempo estimado, comece ou termine mais tarde do que aquilo que estava previsto, toda a obra será negativamente afetada. Ajuda a reduzir a duração de projetos, uma vez que ao utilizar um gráfico de barras, como é o gráfico de *Gantt*, fica mais fácil de ver e analisar o tempo do trabalho como um todo. Também compara o que foi planeado com o progresso real.

Muitas derivadas da abordagem CPM foram desenvolvidas, e ainda é um padrão em evolução com alguns avanços nas teorias de *software* e gerenciamento, como a aplicação da teoria das restrições (TOCs), o método da cadeia crítica (CCM), o uso de ramificação probabilística e condicional, o método de diagramação de precedência aprimorado (EPDM) e as técnicas de programação *Last Planner*. Todas essas aplicações derivadas têm como fundamento os princípios básicos do CPM, que foram desenvolvidos há 50 anos.

Os programas de trabalhos são uma das formas para prevenir e mitigar atrasos durante a construção. Por isso deve-se realizar antes do começo da obra um programa o mais detalhado possível com as diversas tarefas que serão executadas ao longo da obra e prevendo as diversas condicionantes que possam ocorrer.

Para que um projeto possa ser planeado, programado e controlado, ele deve ter alguns elementos como uma definição clara do projeto, um nível de pessoal e experiência adequados, uma pré-estimativa de custo e tempo, contingências de risco identificadas, cada fase dividida em várias tarefas, um procedimento formal de mudança estabelecido e critérios de conclusão claros e acordados.

5.2. Diagrama de *Gantt* ou gráfico de barras

Um gráfico de *Gantt* consiste em barras horizontais que exhibe a duração e a sequência pretendida das tarefas representadas. Foi uma técnica criada pelo engenheiro americano Henry Gant (1861-1919) que procurava resolver a programação das atividades pela sua distribuição num gráfico onde se podia verificar o seu início, duração e fim.

Tem sido o mais usado, por ser o mais antigo e ser muito claro, havendo já uma certa habitação por parte dos técnicos. O facto de se apresentar desenhado à escala do tempo, representa uma vantagem. Tem, porém, o inconveniente de exigir a completa remodelação, sempre que é necessário rever o planeamento ou introduzir modificações na duração de algumas atividades e nas datas da respetiva realização.

No caso de estudo muito pormenorizado podemos obter centenas de atividades, tornando-se muito trabalhosa a sua representação em gráficos de barras. A elaboração de um diagrama com a evidenciação das atividades críticas contribui nesse caso, para a redução de clareza (Correia dos Reis, 2013).

Consiste num quadro conforme a figura seguinte (fig.XXII), em que:

- Anotou-se a referência numérica na 1ª coluna;
- Na 2ª coluna a designação das diversas atividades;
- Nas colunas seguintes, uma escala temporal, com meses e respetivos dias úteis eliminado os domingos e assinalando devidamente os feriados, se existirem;

- Cada atividade é representada por uma barra retangular cujo comprimento medido na horizontal, corresponde à escala ao tempo necessário à sua execução;
- Determinadas atividades são ligadas com linhas verticais para traduzir as relações de dependência lógica entre elas.

Estas atividades têm uma particularidade, são elas que, no seu conjunto, definem o prazo final de execução do projeto. A dilatação do tempo de execução de qualquer uma delas provoca o aumento do prazo. Por essa razão esta são “atividades críticas”.

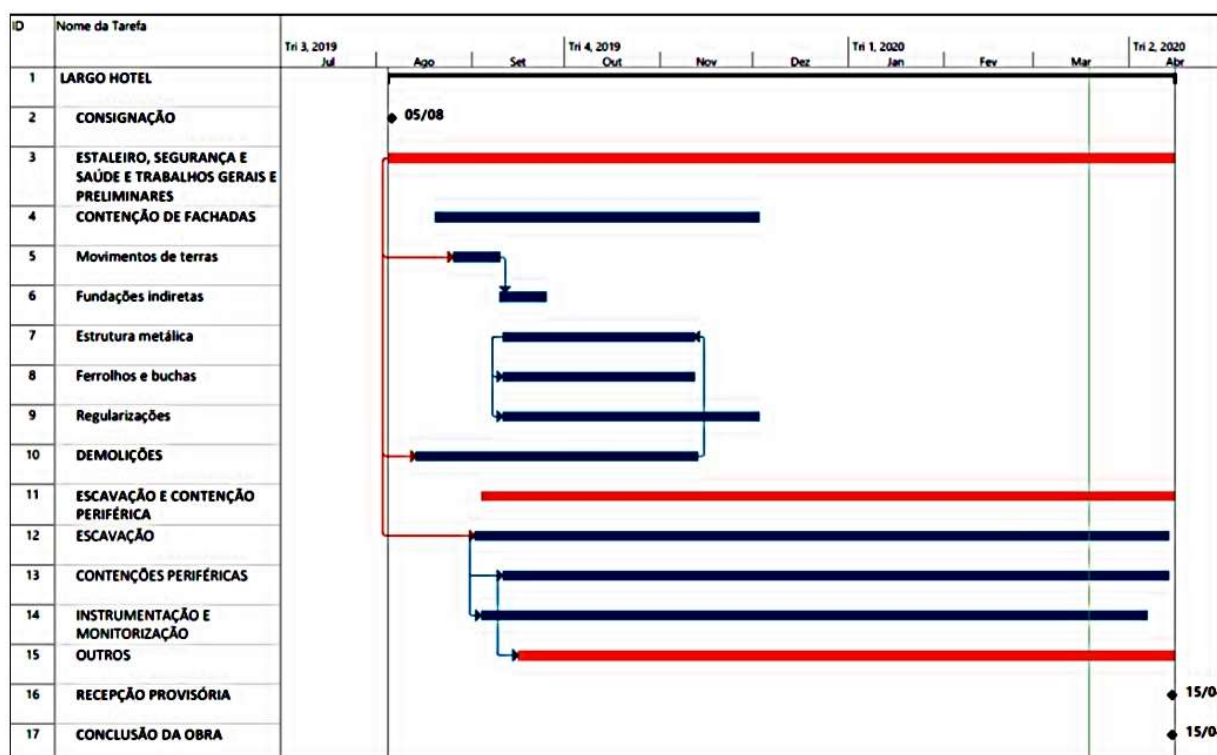


Figura XXII. Gráfico de Barras Correspondente ao Programa de Trabalhos para Concurso da Obra *The Largo Hotel*

5.3. Tutorial *Microsoft Project 2019*

Neste tutorial, usei a versão mais recente, o *Microsoft Project 2019*. Existem semelhanças com as versões anteriores, contudo o Project 2019 é um pouco mais robusto e mais intuitivo na sua utilização.

O Microsoft Project possui muitos recursos para configurar projetos e executar relatórios automatizados com base no progresso, orçamento, controlo de tempo, etc.

O tutorial encontra-se no anexo A e aborda os recursos básicos que existem na maioria das versões.

5.4. Realização de um Programa de Trabalhos

Uma metodologia de elaboração de um programa de trabalhos organizada com rigor e em que todos os passos estejam claramente explicitados, permite durante a construção um melhor e rigoroso acompanhamento, para além de possibilitar comparar com facilidade, deduzir conclusões e tomar medidas corretivas para o futuro. Contribui assim para a evolução mais rápida da organização e seus colaboradores. O inverso significa navegar no escuro, pois falta-nos a base de raciocínio, dificultando não só a tomada de decisões como a aprendizagem. Por outro lado, não nos podemos esquecer que trabalhamos em equipa e portanto a forma de cálculo de um programa de trabalhos deve ser acessível a todos os elementos e a estes ser permitido perceber os raciocínios, para que os possam apreender e eventualmente contestar com o único objetivo de enriquecer a fase de preparação inicial da obra (Ribeiro, 2013).

Neste capítulo foi realizado um programa de trabalhos no *Microsoft Project* 2019 referente à obra na qual se realizou o estágio “*The Largo Hotel*” que se encontra no anexo B.

O objetivo da realização do programa de trabalhos deve-se a conseguir fazer uma avaliação quantitativa de algumas tarefas que condicionaram a execução da obra dentro do prazo estabelecido, através da identificação do caminho crítico. Também serão analisadas condicionantes que na fase inicial da obra podiam ser menos previsíveis de afetar o tempo de execução dos trabalhos, contudo, tiveram um grande impacto na prorrogação do prazo da empreitada.

Após a identificação das atividades críticas e das condicionantes será realizado um tratamento estatístico no SPSS com o tipo de atraso, a categoria e a respetiva avaliação. Sendo que esta será baseada no impacto que teve no tempo de atraso na execução da tarefa.

5.4.1. Identificação das Tarefas Críticas

As tarefas críticas estão apresentadas na tabela XVIII com os respetivos dias de execução.

Os dias de execução são um fator importante em qualquer atividade, principalmente nas críticas. Quanto maior for o número de dias para a realização de uma determinada tarefa, maior será o risco da ocorrência de condicionantes que possam impedir a realização dentro do prazo estabelecido.

Tabela XVIII. Identificação das Tarefas Críticas e Respetivos Dias de Execução

Tarefas Críticas	Dias de Execução
Desmontagem do Estaleiro	1
Apoio de Fachada Edifício 4	5
Escavações Edifício 4 e 5	176
Ancoragens Edifício 4 e 5	175
Muros de Munique Edifício 4 e 5	175
Túnel (Troço Vertical)	46
Receção Provisória	1

Pelo extenso número de dias, as atividades que carecem de maior controlo ao longo da execução da obra são as escavações, ancoragens e os muros de Munique no edifício 4 e 5.

5.4.2. Descrição das Tarefas Críticas

- **Desmontagem do Estaleiro:** refere-se à desmontagem e demolição do estaleiro e transporte de materiais sobrantes a vazadouro pertença do empreiteiro. Inclui ainda a limpeza final da obra. As vedações da obra desta 1ª empreitada, assim como a chapa de revestimento de pavimento, deverão ser deixadas no final da obra em perfeito estado para serem utilizadas no âmbito das empreitadas subsequentes.

- **Apoio de Fachada Edifício 4 :** Todas as operações relativas à execução dos trabalhos de perfis laminados nomeadamente: projeto das ligações, execução de desenhos pormenorizados de montagem e fabrico em oficina ou estaleiro, fornecimento de todos os materiais (incluindo, para além dos perfis, elementos constituintes das ligações, nomeadamente chapas, nervuras, conectores, buchas e ferrolhos), carga, transporte e descarga de todos os elementos e materiais no local da obra, montagem e desmontagem dos andaimes e cimbres, colocação, montagem e afinação dos elementos estruturais e sua ligação definitiva por aparafusamento, pregagem ou soldadura.
- **Escavações Edifício 4 e 5:** Todas as operações relativas à execução de escavações em terreno/rocha de qualquer natureza conforme caracterização da informação geológica-geotécnica anexa ao projeto, nomeadamente: os trabalhos referentes a carga, transporte, descarga e colocação de materiais, rebaixamento do nível freático, bombagens de água, eventuais entivações provisórias para além das definidas no projeto de escavação e contenção periférica e regularização do fundo de escavações, se necessário. As drenagens a realizar para rebaixamento do nível freático deverão ser realizadas para uma caixa com ligação à rede pública, sendo responsabilidade da entidade executante obter a respetiva autorização da entidade gestora, devendo ser previsto um decantador para evitar o transporte de resíduos de solos para a rede pública. A remoção a vazadouro dos produtos escavados sobranes será por conta do empreiteiro, incluindo o seu depósito.
- **Ancoragens Edifício 4 e 5:** Inclui o fornecimento de todos os materiais e trabalhos necessários à execução de ancoragens definitivas acompanhadas do respetivo documento de homologação (cabos ou varões de aço de alta resistência, dispositivos de ancoragem – bainhas, cunhas, chapas, cabeças de ancoragem – com adequada resistência à corrosão e respetiva proteção contra a corrosão para a vida útil das ancoragens, fornecimento e injeção de calda de cimento para a proteção dos cabos, execução de bolbo de selagem, mobilização de técnicas de equipamento necessários à realização dos trabalhos, operações de tensionamento e retensionamento, e ainda todos os trabalhos acessórios e complementares necessários, tais como a regularização da superfície onde irá ser aplicado o pré-esforço de acordo com as condições técnicas. O ângulo de inclinação da furação poderá ser qualquer em

relação à horizontal. A quantidade prevista, com base na informação geotécnica disponível, é suscetível de ser ajustada em face das condições reais encontradas em obra.

- **Muros de Munique Edifício 4 e 5:** Inclui plano de execução, fornecimento e colocação de todos os materiais necessários para garantir estabilidade de taludes durante a fase construtiva das paredes de contenção em toda a extensão. Este trabalho inclui também a realização e manutenção de um sistema de drenagem provisório para funcionamento durante a fase construtiva.
- **Túnel (Troço Vertical):** Inclui plano de execução, fornecimento e colocação de todos os materiais necessários para garantir a estabilidade de taludes durante a fase construtiva das paredes de contenção em toda a extensão, bem como a instalação de sistemas/metodologias adequadas para remoção dos produtos da escavação bem como para acesso e permanência em condições de segurança de pessoal no fundo da escavação. Este trabalho inclui também a realização e manutenção de um sistema de drenagem provisório para funcionamento durante a fase construtiva.
- **Receção Provisória:** Depende da realização de vistoria, que deve ser efetuada logo que a obra esteja concluída no todo ou em parte, mediante solicitação do empreiteiro ou por iniciativa do dono de obra, tendo em conta o termo final do prazo total ou dos prazos parciais de execução da obra.

5.4.3. Identificação das Principais Condicionantes

As condicionantes são fatores que podem colocar em causa qualquer prazo de realização de uma obra. Existem condicionantes próprias do programa de trabalhos executado que são as tarefas dependentes, contudo para essas o empreiteiro que executa a obra deve estar preparado para que não existam atrasos. Contudo, existem fatores que muitas das vezes na não se imaginam que possam vir a ocorrer e tornam impossível que a receção provisória seja realizada na data previamente estabelecida. Sobretudo em fase de concurso, que geralmente dá-se a alguns meses antes da consignação do contrato.

5.4.3.1 Tarefas Condicionantes

Na tabela abaixo (tab.XIX) estão representadas as tarefas que condicionam a execução das tarefas críticas.

Tabela XIX. Identificação das Tarefas Condicionantes

Tarefa Crítica	Tarefa Condicionante
Desmontagem do Estaleiro	Túnel (Troço Vertical)
Apoio de Fachada Edifício 4	Microestacas Edifício 4 e 5
Escavação Edifício 4 e 5	Ancoragens Edifício 2
Ancoragens Edifício 4 e 5	Escavação Edifício 4 e 5
Muros de Munique Edifício 4 e 5	Ancoragens Edifício 4 e 5
Túnel (Troço Vertical)	Túnel (Troço Horizontal)
Receção Provisória	Desmontagem do Estaleiro

5.4.3.2 Outras Condicionantes

A fase de concurso, na maioria das vezes dá-se muito tempo antes da consignação da obra, é realizada por um departamento específico, muitas das vezes sem experiência em obra e sem o parecer do possível diretor de obra que será nomeado para liderar todo este processo. Todos estes aspetos tornam suscetíveis os atrasos sem quais queres condicionantes adicionais. Todavia, existem condicionantes que são difíceis de prever, até mesmo impossíveis, que podem motivar atrasos de meses ou mesmo anos, o que pode causar prejuízos colossais nas empresas de construção.

Um exemplo disso mesmo é a pandemia COVID-19 que está a acontecer neste ano de 2020 um pouco por todo o mundo e que seria impossível prever na fase de concurso, no início dos trabalhos e até a meio dos mesmos. Claro que é importante perceber que estas situações excecionais não podem ser imputadas a nenhum dos intervenientes, mas também não devem ser uma absolvição para todos os atrasos.

Por outro lado, erros e/ou omissões nos projetos, entrada tardia de subempreiteiros, atrasos nas entregas de materiais, a não tomada de decisões e intransigência por parte da fiscalização,

indefinições na escolha dos materiais, erros de execução, etc., devem ser imputadas responsabilidades aos intervenientes.

Na tabela abaixo (tab.XX) estão representadas outras condicionantes que afetaram a execução das tarefas críticas.

Tabela XX. Identificação de Outras Condicionantes

Tarefa Crítica	Outras Condicionantes
Desmontagem do Estaleiro	Acessos Limitados
Apoio de Fachada Edifício 4	Soldadura dos Perfis Metálicos
Escavação Edifício 4 e 5	Tipo de Solo
Ancoragens Edifício 4 e 5	Avaria dos Equipamentos de Furação
Muros de Munique Edifício 4 e 5	Sistema de Impermeabilização Invulgar
Túnel (Troço Vertical)	Tipo de Solo

5.4.4. Tipos de Atrasos nas Condicionantes

Como foi referido anteriormente (cap. 3.5) existem três tipos de atrasos durante a construção: os imputáveis que são causados pelo empreiteiro, não imputáveis que são da responsabilidade do dono de obra e os concorrentes que são originados por terceiros.

A tabela seguinte (tab.XXI) foi realizada tendo em consideração a informação referida anteriormente.

Tabela XXI. Identificação dos Tipos de Atrasos

Tarefa Crítica	Tipo de Atraso
Desmontagem do Estaleiro	Concorrente
Apoio de Fachada Edifício 4	Não Imputável
Escavação Edifício 4 e 5	Não Imputável
Ancoragens Edifício 4 e 5	Imputável
Muros de Munique Edifício 4 e 5	Imputável
Túnel (Troço Vertical)	Não Imputável
Receção Provisória	Imputável

5.4.5. Categoria das Condicionantes

Como foi referido anteriormente (cap.2.4.3) existem oito grupos de condicionantes relacionadas com os materiais, equipamento, mão-de-obra, dono de obra, fiscalização, projetistas, empreiteiro e fatores externos. Deste modo, torna-se mais claro identificar a fonte dos atrasos.

Tabela XXII. Identificação das Categorias das Condicionantes

Tarefa Crítica	Categoria das Condicionantes
Desmontagem do Estaleiro	Fatores Externos
Apoio de Fachada Edifício 4	Mão-de-Obra
Escavação Edifício 4 e 5	Projetistas
Ancoragens Edifício 4 e 5	Equipamento
Muros de Munique Edifício 4 e 5	Materiais
Túnel (Troço Vertical)	Projetistas
Receção Provisória	Equipamento

5.5. Resultados Estatísticos

Neste capítulo será realizado um tratamento estatístico com recurso ao *software* SPSS com o intuito de classificar o impacto que as atividades críticas e as condicionantes dessas terão na prorrogação do prazo de execução da empreitada.

5.5.1 Abordagem ao SPSS

O SPSS é um software para editar e analisar todos os tipos de dados. Esses dados podem vir basicamente de qualquer fonte e até mesmo de ficheiros log do servidor de um site. O SPSS pode abrir todos os formatos de arquivo usualmente usados para dados estruturados.

Depois de abrir os dados, o SPSS exibe de maneira semelhante a uma folha, conforme mostrado na figura abaixo (fig.XXIII).

	Tarefa	Condicionante	Tipo_de_Atraso	Categoria	Avaliação	Voto
1	1	1	3	8	-	-
2	2	2	2	3	-	-
3	3	3	2	6	-	-
4	4	4	1	2	-	-
5	5	5	1	1	-	-
6	6	6	2	6	-	-
7	7	7	1	2	-	-
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						

Figura XXIII. Folha de Visualização de Dados

Esta folha de visualização de dados permite exibir os nossos valores de dados. Uma explicação mais detalhada sobre o significado exato das nossas variáveis e valores de dados é encontrada na segunda folha de visualização de variáveis, mostrada na seguinte figura (fig.XXIV).

	Nome	Tipo	Largura	Decimais	Rótulo	Valores	Omissão	Colunas	Alinhar	Medida	Papel
1	Tarefa	Sequência ...	30	0	Tarefa	(1, Desmont...	Nenhum	8	Centro	Nominal	Entrada
2	Condicionante	Sequência ...	30	0	Tarefa Condicio...	(1, Micoest...	Nenhum	14	Centro	Nominal	Entrada
3	Tipo_de_Atr...	Sequência ...	30	0	Tipo de Atrasso...	(1, Imputáv...	Nenhum	13	Centro	Nominal	Entrada
4	Categoria	Sequência ...	30	0	Categoria	(1, Materiai...	Nenhum	8	Centro	Nominal	Entrada
5	Avaliação	Numérico	8	0	Avaliação	Nenhum	Nenhum	8	Centro	Escala	Entrada
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											

Figura XXIV. Folha de Visualização de Variáveis

Um arquivo de dados SPSS tem sempre uma segunda folha denominada por visualização de variáveis que contém os metadados associados aos dados. Os metadados são informações sobre o significado de variáveis e valores de dados.

Para definir as variáveis no SPSS é importante perceber o seu tipo. Existem dois tipos qualitativas e quantitativas. As primeiras indicam uma qualidade, presente ou ausente, e cada uma das categorias é mutuamente exclusiva e exaustiva. Ou seja, se uma tarefa pertence a uma das categorias não poderá pertencer a outra e uma das categorias qualifica exaustivamente essa tarefa. Este tipo de variável pode apresentar-se em escala nominal ou ordinal.

Um exemplo duma variável nominal é o tipo de atrasos: é imputável, não imputável ou concorrente e uma das categorias qualifica exaustivamente a tarefa. Podem utilizar-se números para identificar as categorias duma medida. Por este motivo a variável assume um tipo numérico (*Type=numeric*): “1” = imputável; “2” = não imputável; “3” = concorrente. A utilização de números facilita a introdução de dados no SPSS, poupando tempo e esforço.

Numa variável ordinal, para além de serem mutuamente exclusivas e exaustivas, as categorias indicam uma ordem de magnitude. Neste estudo estatístico não foram utilizadas variáveis deste tipo.

As variáveis quantitativas têm as propriedades das variáveis qualitativas e, adicionalmente, permitem medir a diferença entre valores. Estas variáveis podem apresentar-se numa escala intervalar ou de razão. Em qualquer dos casos, no SPSS são consideradas medidas de escala e são sempre introduzidas com valor numérico.

Um exemplo duma variável de escala é a da avaliação que varia de 1 a 10, sendo “1” sem importância e “10” de extrema importância.

5.5.2. Critérios de Avaliação

Para se realizar a avaliação é necessário criar critérios generalizados que possam criteriosamente identificar quais as atividades que podem causar uma prorrogação do prazo estabelecido para a conclusão da obra. Para além de avaliar este caso de estudo, também é importante que estes critérios possam ser utilizados em qualquer obra de construção civil.

A escala de avaliação utilizada varia de 1 a 10, sendo “1” sem importância e “10” de extrema importância.

Os critérios de avaliação estabelecidos são:

- **Capacidade financeira do empreiteiro:** caso o empreiteiro apresente uma elevada capacidade financeira têm uma maior capacidade económica para conseguir ter todos os materiais, equipamentos e subempreiteiros preparados para o início previsto das atividades. Logo apresenta um menor risco de atraso da obra.
- **Duração da tarefa:** sendo que para um prazo de execução superior a cem dias úteis considera-se a tarefa com um risco mais elevado de obter atrasos.
- **Experiência do empreiteiro:** quando os empreiteiros têm um *know-how* que permite identificar as diversas condicionantes de uma tarefa e experiência no rendimento de execução é uma mais valia para que não existam atrasos.
- **Fiscalização:** apesar de muitas das vezes não se atribuir uma responsabilidade nos atrasos, este grupo pode ter particular importância nas prorrogações das obras,

quando têm uma atitude passiva, de intransigência e de limitarem-se a partilhar correspondência. Contudo, uma atitude proativa e de reconhecimento das suas responsabilidades podem ser uma mais valia para fazer a ligação entre a equipa de projeto e o empreiteiro.

- **Localização da obra:** os rendimentos de uma obra num meio rural e urbano são completamente diferentes devido às condicionantes existentes. Num meio rural geralmente os rendimentos são superiores porque não existe um aglomerado de edifícios, veículos e de pessoas o que permite que o manuseamento da grua seja muito mais simples. Também, os acessos para a descarga de materiais e equipamentos são melhores o que torna esse processo mais rápido.
- **Número de subempreiteiros:** para uma quantidade superior a um considera-se um risco mais elevado de se obter atrasos, devido à possível falta de coordenação e de comunicação entre eles para realizar em simultâneo a mesma tarefa.
- **Número de equipamentos:** quando é necessário mais que três equipamentos específicos para executar a tarefa existe um risco mais elevado de se obter atrasos.
- **Projeto de execução:** quando o projeto de execução é mal realizado, dúbio e/ ou omissos é natural que cause um enorme impasse na realização de uma determinada tarefa.
- **Tipologia do edifício:** nos edifícios de tipologia industrial, os rendimentos na generalidade dos casos são superiores em comparação com os familiares e os empreendimentos turísticos. Devido às soluções construtivas adotadas, a pouca exigência para os acabamentos e a vontade do dono de obra de ter a obra concluída para poder começar a atividade da indústria. Todos esses fatores tornam estas tipologias de obra menos suscetíveis a atrasos em comparação com as homólogas.
- **Tipo de materiais:** podem ser divididos em dois grupos, os comuns e os não comuns. Sendo que os últimos apresentam um maior risco de atraso para a obra por dois motivos. Geralmente, conduzem a menores rendimentos por parte dos trabalhadores e a sua compra é mais complexa, o que implica o risco de não estarem disponíveis para a data prevista.

Na tabela seguinte (tab. XXIII) está indiciado quais os valores das classificações dos critérios de avaliação em cada tarefa.

Tabela XXIII. Valores dos Critérios de Avaliação

Avaliação Positiva	Critério			Avaliação Negativa
1-5	Sim	Capacidade Financeira do Empreiteiro	Não	6-10
	< 100 dias úteis	Duração da Tarefa	> 100 dias úteis	
	Sim	Experiência do Empreiteiro	Não	
	Ativa	Fiscalização	Passiva	
	Rural	Localização da Obra	Urbana	
	≤ 1	Número de Subempreiteiros	> 1	
	< 3	Número de Equipamentos	≥ 3	
	Bem Executado	Projeto de Execução	Mal Executado	
	Industrial	Tipologia do Edifício	Familiar ou Turístico	
	Comuns	Tipo de Materiais	Não Comuns	

5.5.3 Avaliação das Atividades

A avaliação das atividades será realizada com o valor mínimo de classificação de “1” e um máximo de “10”, sendo que quanto menor for o total de pontuação menor é o risco de ocorrer atraso na tarefa.

Existem critérios que terão uma avaliação igual em todas as tarefas, como é o caso da capacidade financeira do empreiteiro, a experiência, fiscalização, localização da obra e a

tipologia do edifício. Contudo, os restantes terão avaliações distintas conforme a situação prevista para a sua execução.

O máximo valor de avaliação será “100” e representa um grande risco de ocorrência de atraso na tarefa, todavia o valor mínimo é de “10” e representa um risco mínimo de atraso na tarefa.

Tabela XXIV. Avaliação da Tarefa Desmontagem do Estaleiro

Desmontagem do Estaleiro	
Critério	Avaliação
Capacidade Financeira do Empreiteiro	1
Duração da Tarefa	1
Experiência do Empreiteiro	1
Fiscalização	8
Localização da Obra	7
Número de Subempreiteiros	1
Número de Equipamentos	2
Projeto de Execução	1
Tipologia do Edifício	7
Tipo de Materiais	1
Total	30

Tabela XXV. Avaliação da Tarefa Apoio de Fachada Edifício 4

Apoio de Fachada Edifício 4	
Critério	Avaliação
Capacidade Financeira do Empreiteiro	1
Duração da Tarefa	2
Experiência do Empreiteiro	1
Fiscalização	8

Localização da Obra	7
Número de Subempreiteiros	1
Número de Equipamentos	3
Projeto de Execução	1
Tipologia do Edifício	7
Tipo de Materiais	2
Total	33

Tabela XXVI. Avaliação da Tarefa Escavação Edifício 4 e 5

Escavação Edifício 4 e 5	
Critério	Avaliação
Capacidade Financeira do Empreiteiro	1
Duração da Tarefa	9
Experiência do Empreiteiro	1
Fiscalização	8
Localização da Obra	7
Número de Subempreiteiros	2
Número de Equipamentos	3
Projeto de Execução	5
Tipologia do Edifício	7
Tipo de Materiais	4
Total	47

Tabela XXVII. Avaliação da Tarefa Ancoragens Edifício 4 e 5

Ancoragens Edifício 4 e 5	
Critério	Avaliação
Capacidade Financeira do Empreiteiro	1
Duração da Tarefa	9
Experiência do Empreiteiro	1
Fiscalização	8
Localização da Obra	7
Número de Subempreiteiros	1
Número de Equipamentos	6
Projeto de Execução	7
Tipologia do Edifício	7
Tipo de Materiais	6
Total	53

Tabela XXVIII. Avaliação da Tarefa Muros de Munique Edifício 4 e 5

Muros de Munique Edifício 4 e 5	
Critério	Avaliação
Capacidade Financeira do Empreiteiro	1
Duração da Tarefa	9
Experiência do Empreiteiro	1
Fiscalização	8
Localização da Obra	7
Número de Subempreiteiros	1
Número de Equipamentos	6

Projeto de Execução	7
Tipologia do Edifício	7
Tipo de Materiais	7
Total	54

Tabela XXIX. Avaliação da Tarefa Túnel (Troço Vertical)

Túnel (Troço Vertical)	
Critério	Avaliação
Capacidade Financeira do Empreiteiro	1
Duração da Tarefa	5
Experiência do Empreiteiro	1
Fiscalização	8
Localização da Obra	7
Número de Subempreiteiros	1
Número de Equipamentos	5
Projeto de Execução	4
Tipologia do Edifício	7
Tipo de Materiais	4
Total	43

Tabela XXX. Avaliação da Tarefa Receção Provisória

Receção Provisória	
Critério	Avaliação
Capacidade Financeira do Empreiteiro	1
Duração da Tarefa	1
Experiência do Empreiteiro	1
Fiscalização	8
Localização da Obra	7
Número de Subempreiteiros	1
Número de Equipamentos	1
Projeto de Execução	1
Tipologia do Edifício	7
Tipo de Materiais	1
Total	29

5.5.4 Resultados SPSS

Neste último subcapítulo, estão representados os resultados das informações recolhidas ao longo do estágio na Constructora San José da obra “*The Largo Hotel*”, com auxílio do *software* SPSS.

A grande maioria das tarefas que serão analisadas ainda não foram completadas em obra, devido ao atraso que já era existente. Adicionalmente, a pandemia COVID-19 que está a ocorrer um pouco por todo o mundo, originou uma maior prorrogação do prazo final. Contudo, esta análise baseia-se nos acontecimentos e condicionantes reais que ocorreram na atividade diária da obra.

A escala de avaliação varia de “10” a “100”, sendo que a partir de “45” considera-se uma grande probabilidade da ocorrência de atrasos na respetiva tarefa.

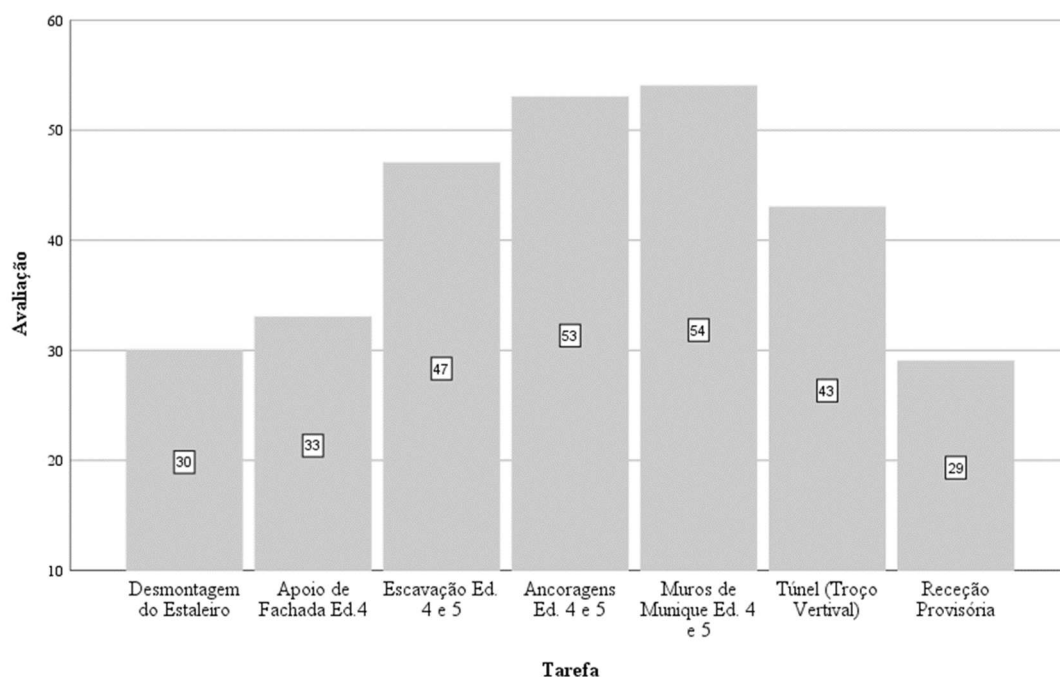


Figura XXV. Avaliação das Tarefas

As tarefas que apresentam um maior risco de atraso são a escavação, as ancoragens e os muros de Munique no edifício 4 e 5. Confirma-se, deste modo o que foi referido anteriormente (cap. 5.4.1), as tarefas com maior duração são mais suscetíveis à ocorrência de atrasos. Também será importante monitorizar a tarefa túnel, devido ao valor da avaliação estar próximo da ocorrência de atraso.

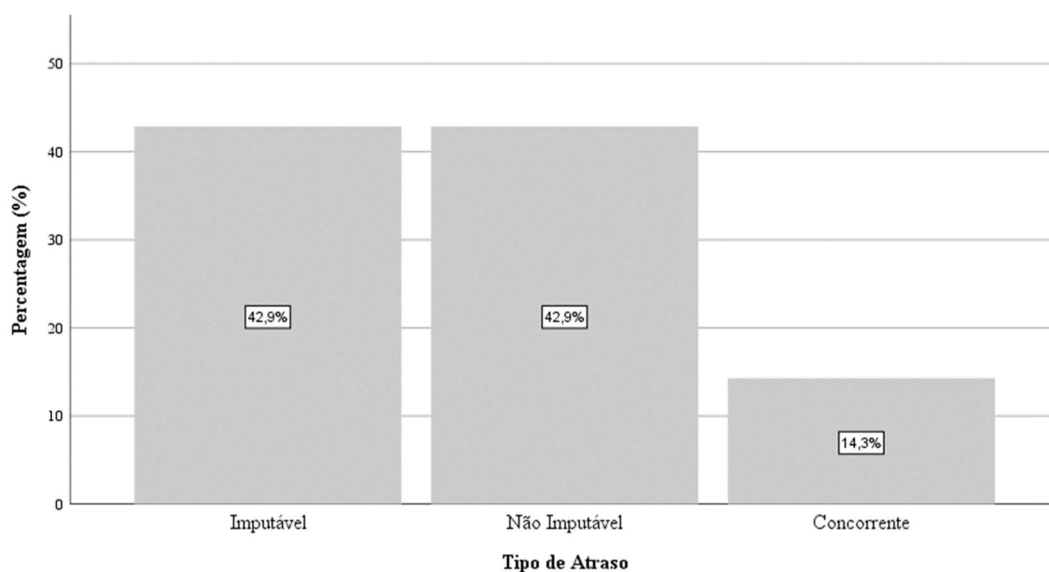


Figura XXVI. Percentagens dos Tipos de Atrasos

Os tipos de atrasos que têm maior possibilidade de ocorrer são os imputáveis e os não imputáveis. Os primeiros são imputados diretamente ou indiretamente ao empreiteiro, enquanto que a mesma situação também é válida para o dono de obra nos não imputáveis. No próximo gráfico esta situação está devidamente explicada.

Os atrasos concorrentes que são causados por terceiros, apresentam uma baixa percentagem dos tipos de atrasos existentes nesta obra, o que é um bom indicador devido a estes serem causados por fatores incontrolláveis, logo não é possível imputar responsabilidades a nenhum dos intervenientes, que por sua vez torna a sua mitigação de difícil execução.

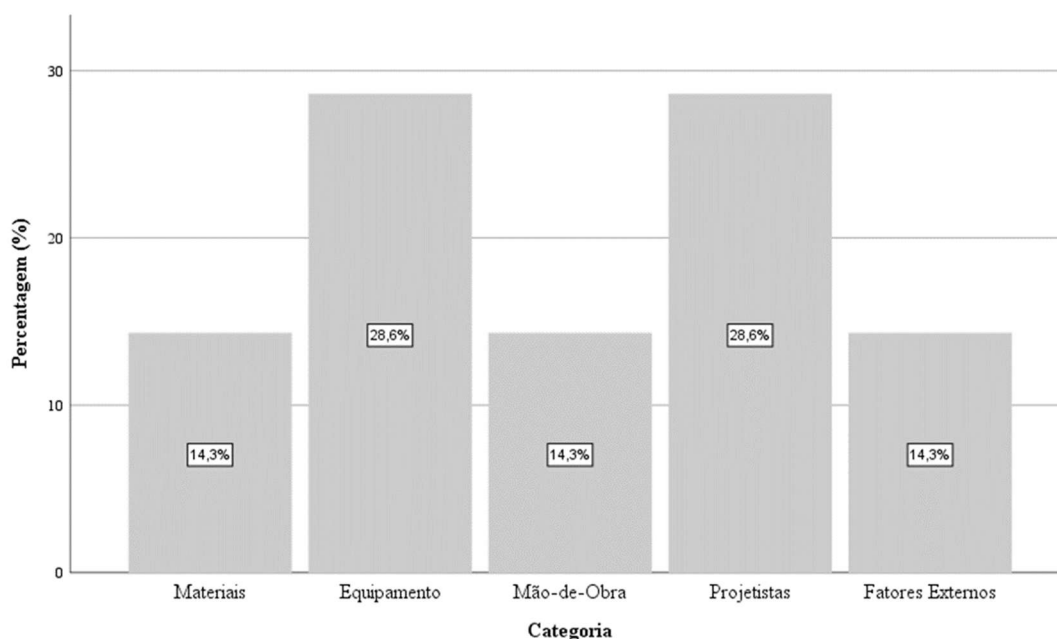


Figura XXVII. Percentagens das Categorias dos Atrasos

Devido à dificuldade de avaliação quantitativa na percentagem das categorias dos atrasos, não foram considerados diretamente o dono de obra, a fiscalização e o empreiteiro. Contudo, a classificação por tipos de atrasos permite responsabilizar o empreiteiro pelos atrasos nas tarefas devido aos materiais, equipamentos e mão de obra. Os atrasos associados aos projetistas podem ser imputados ao dono de obra e à fiscalização, devido à atitude passiva e à tentativa de desresponsabilização das suas obrigações

As categorias de atraso que têm maior possibilidade de ocorrer são os equipamentos e os projetistas. Relacionando com o tipo de atraso analisado no gráfico anterior, os equipamentos podem ser imputados ao empreiteiro, enquanto que os erros e/ ou omissões dos projetistas ao dono de obra.

As restantes categorias obtiveram menores percentagens, contudo será importante relacioná-las com as diversas atividades para perceber qual o impacto que poderão ter na programação dos trabalhos. De realçar, que os fatores externos, apesar da baixa percentagem, são, geralmente, uma categoria que apresenta diversas variáveis de difícil quantificação, o que, muitas das vezes, torna difícil prever qual o seu verdadeiro impacto na realização dos trabalhos.

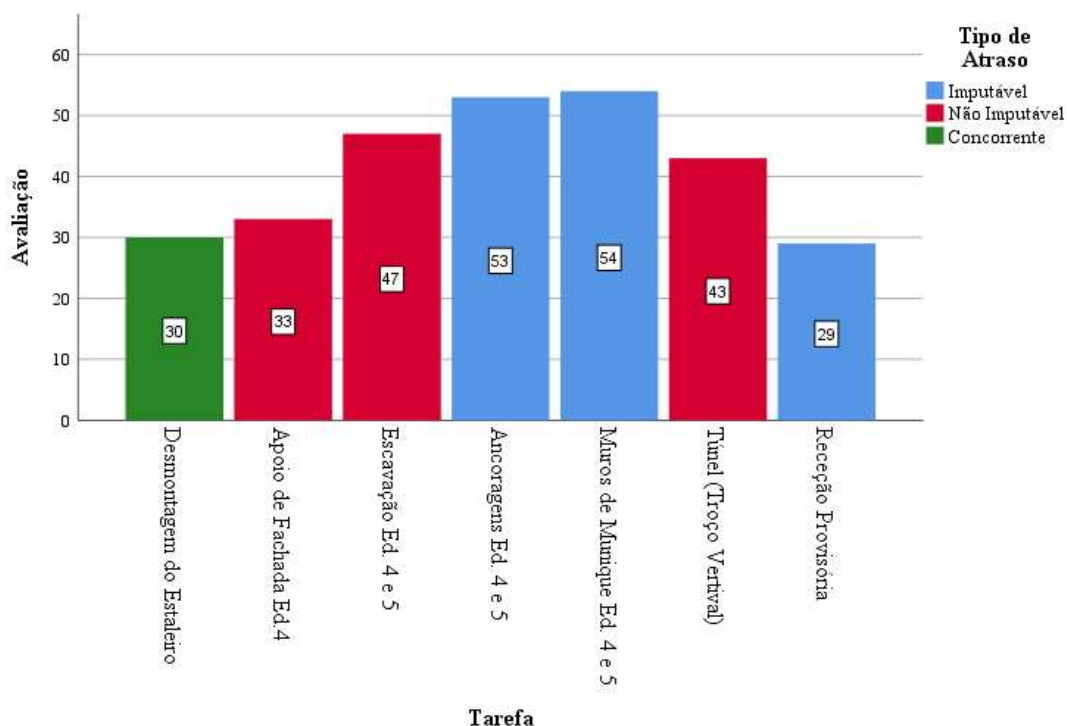


Figura XXVIII. Avaliação por Tarefa por Tipo de Atraso

A tarefa de escavação no edifício 4 e 5 e o túnel é não imputável ao empreiteiro, contudo as ancoragens e muros de Munique é imputável.

Os muros de Munique são a tarefa que apresenta um maior risco de atraso devido à sua complexidade construtiva. Adicionalmente, devido ao sistema de impermeabilização adotado pela equipa de projetista pouco usual, o tipo de solo existente em obra e os rendimentos reais não serem aqueles que estavam previstos no programa de trabalhos inicial. Também, a venda do produto impermeabilizante ser realizada exclusivamente por uma empresa em Portugal, distante do local da obra e a um preço elevado, tornou esta tarefa crítica e que têm uma maior probabilidade de atraso, devido às condicionantes referidas.

As ancoragens, devido ao equipamento necessário para sua realização ser de grandes dimensões, com vista a atingir as profundidade estipuladas em projeto, e por na zona envolvente existir redes de águas e de esgotos, necessitaram de um cuidado especial para haver danificações.

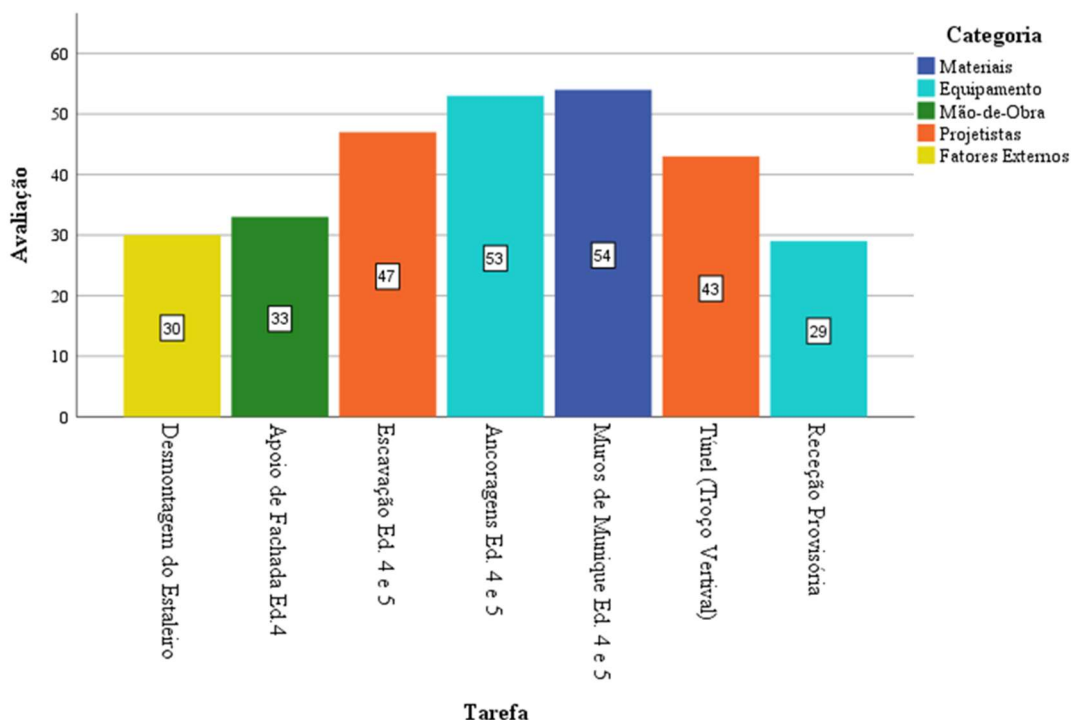


Figura XXIX. Avaliação por Tarefa por Categoria

A categoria de atraso nas tarefas de escavação no edifício 4 e 5 e o túnel (troço vertical) está associada aos projetistas devido ao tipo de solo existente na obra não ter sido aquele que estava previsto em projeto, o que alterou o planeamento previsto dessa tarefa crítica. De realçar, que apesar da tarefa apoio de fachada ter sido responsabilidade da mão de obra é não imputável ao empreiteiro, porque as soldaduras dos perfis metálicos foi um trabalho a mais e não foi devidamente verificado pela fiscalização.

A desmontagem do estaleiro está classificada na categoria de fatores externos devido aos acessos limitados e as restrições impostas pelo município para a entrada e saída de veículos.

A receção provisória está classificada na categoria de equipamentos, porque para a realização desta tarefa crítica é desejável que todos os equipamentos não estejam no local da obra e pelas razões mencionadas na desmontagem do estaleiro, esse processo pode ser demorado.

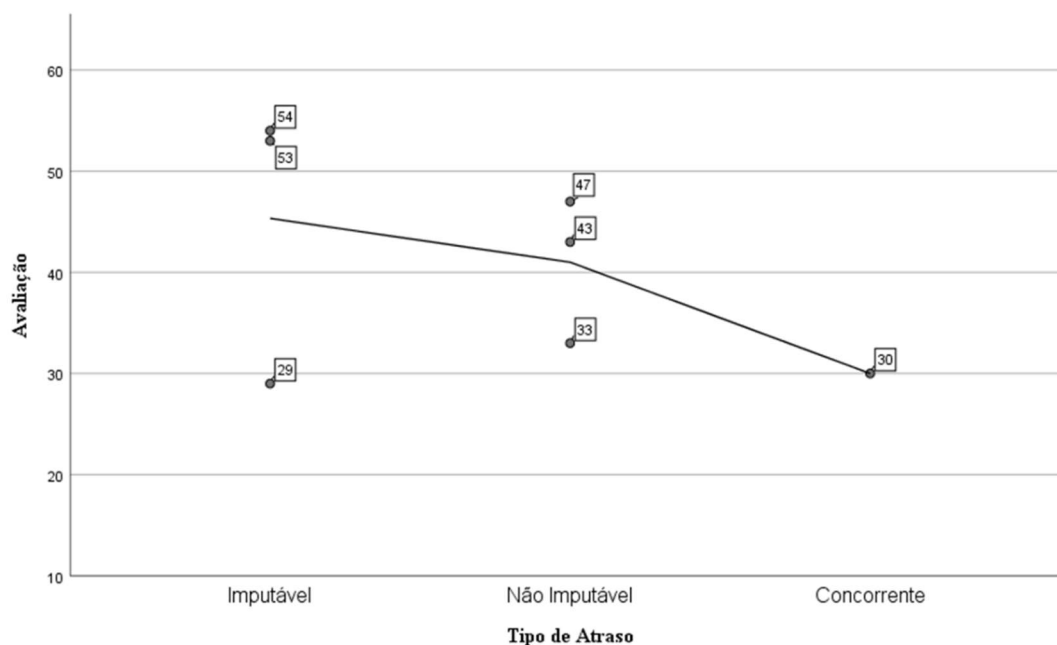


Figura XXX. Dispersão Simples com Linhas de Ajuste de Avaliação por Tipo de Atraso

Este gráfico de dispersão simples com linhas de ajuste permitiu identificar que a tarefa túnel (troço vertical) apresenta um risco de atraso superior à média do tipo não imputável. Apesar desta tarefa obter uma avaliação positiva é de extrema importância o diálogo com os projetistas e o controlo diário em obra para que esta tarefa não tenha uma grande prorrogação na duração. Também permitiu esclarecer que os atrasos imputáveis são aqueles que têm atividades com maior risco de atraso em obra, o que de certa maneira é um indicador positivo e que o empreiteiro poderá solucionar o problema.

As tarefas receção provisória e apoio de fachada no edifício 4 apresentam um risco de atraso abaixo da média.

Na tabela. XXXI foi realizada uma hierarquização de alguns erros cometidos pela equipa de projeto na obra “*The Largo Hotel*”.

Tabela XXXI. Hierarquização dos erros cometidos pelos projetistas

Ranking	Erros
1º	Não identificação das alterações nos projetos
2º	Soluções construtivas desajustadas
3º	Erros e/ou omissões nos projetos
4º	Falta de experiência em situações reais de obra
5º	Demora nas respostas às alterações de projeto

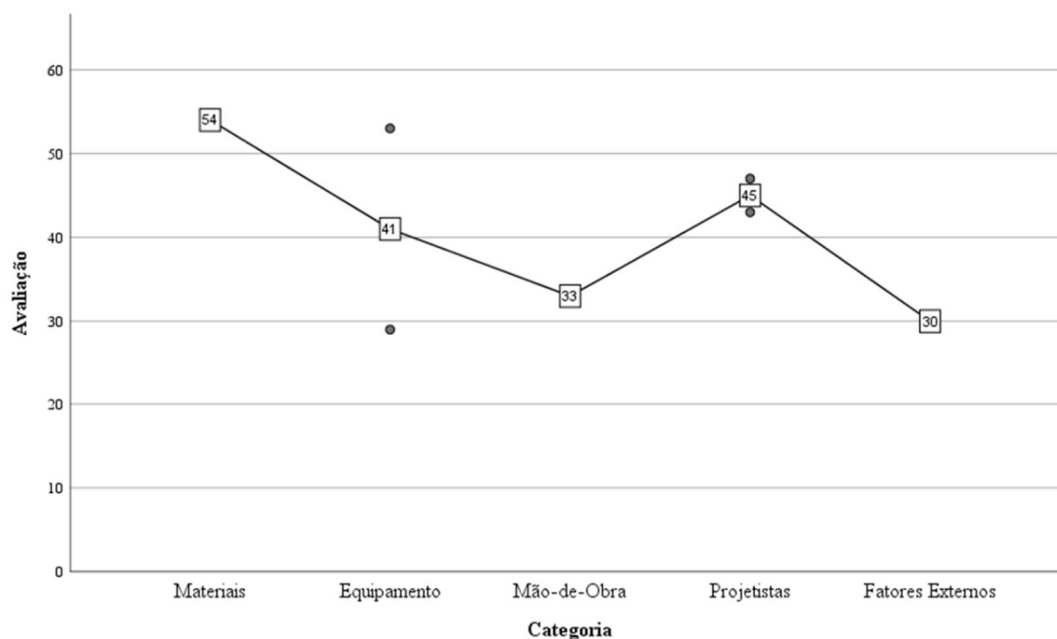


Figura XXXI. Dispersão Simples com Linhas de Avaliação por Categoria

As categorias que apresentam maiores condicionantes para a realização programada da obra são os materiais, os projetistas e o equipamento.

Quanto ao que foi referido anteriormente, acresce a categoria dos materiais devido à tarefa que está relacionada com os muros de Munique ter um maior risco de atraso. O que indica que para esta tarefa será necessário existir um grande rigor na data prevista de entrega dos materiais em obra.

De realçar, que apesar do dono de obra, fiscalização e empreiteiro não estarem diretamente responsabilizados neste último gráfico de avaliação e categorias das tarefas críticas, isto não significa que não tenham responsabilidades de atrasos noutras tarefas da obra e que indiretamente não tenham colocados entraves à realização das tarefas críticas.

Pode-se concluir pelo gráfico de dispersão simples com linha de avaliação por categoria que os fatores externos e a mão de obra foram os elementos que menos provocaram atrasos nas tarefas críticas da obra.

CAPÍTULO VI
CONSIDERAÇÕES FINAIS

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação, análise e avaliação das condicionantes que provocam atrasos, será uma mais valia para resolver uma das grandes problemáticas na construção civil que é o incumprimento dos prazos. Este tem sido referido como o principal motivo para a falta de competitividade neste setor.

Na tentativa de solucionar esta problemática, será de extrema importância as empresas de construção adotarem metodologias semelhantes à ERP e a avaliação dos KPIs qualitativos e quantitativos. Assim, deverá ser criado pela empresa um *software* próprio, tendo em consideração os encargos da mesma, a área de atuação, a capacidade económica e os rendimentos dos trabalhadores e/ou dos subempreiteiros. Deste modo, seria realizada uma ligação entre os gabinetes de orçamentação e os diretores de obra, o que podia representar maiores lucros e uma maior confiança por parte do dono de obra.

Identificar as condicionantes de uma obra, posteriormente agrupá-las pelo tipo de atrasos e categoria, realizar uma classificação quantitativa e a sua hierarquização na fase de planeamento e de programação dos trabalhos é uma maneira simples e eficaz de mitigar e/ou evitar os atrasos que possam acontecer na execução das tarefas. De realçar que existem condicionantes difíceis de identificar, como é o exemplo da pandemia COVID-19 e que teve um impacto extremamente negativo na execução da obra “*The Largo Hotel*”.

A análise realizada durante o estágio permitiu identificar que as diversas tipologias de edifícios têm diferentes condicionantes. No caso do edifício de habitação e de alojamento turístico existe uma maior preocupação com os acabamentos, o que implica que este tipo de obra é mais suscetível a atrasos em relação ao de tipologia industrial. Adicionalmente, os últimos tipos de edifícios são geralmente implementados em zonas com poucos aglomerados de pessoas e de edificações o que permite uma maior facilidade de acessos e de implementação do estaleiro.

Atualmente, existe uma escassez de mão-de-obra qualificada para a construção civil, o que realça a importância por parte das empresas em melhores planeamentos dos trabalhos e, a utilização de novos *softwares* para a realização da programação dos mesmos para que o controlo seja realizado com mais pormenorização e rigor. Também, as grandes empresas de

construção, ao estarem dependentes de subempreiteiros introduzem um fator que pode tornar-se um obstáculo para que as obras sejam realizadas dentro do prazo estabelecido. Adicionalmente, os erros e/ou omissões de projetos, as soluções construtivas desajustadas à realidade da obra e a não identificação das alterações após a correção, aumentam os atrasos em obra e diminuem os lucros previstos para a execução dos trabalhos.

O dono de obra na escolha das equipas de projeto e de fiscalização têm um papel fundamental no desenrolar das atividades da obra. É importante equipas de projeto com experiência de obra para que não surjam projetos com soluções construtivas desajustadas, e com abertura para o diálogo, para que seja possível retificar com a máxima celeridade erros e/ou omissões. Adicionalmente, as equipas de fiscalização devem ter uma atitude ativa na tomada de decisões. O inverso será navegar no escuro e esta entidade em vez de ser um elemento de cooperação torna-se uma condicionante para o objetivo comum, que é a correta execução da obra no prazo previsto.

Em suma é importante as empresas de construção adotarem sistemas inovadores de planeamento e de programação, terem técnicos especializados para a execução de planeamento, programas de trabalhos e de identificação de condicionantes. Identicamente relevante, é os gabinetes de orçamentação e os diretores de obra terem uma ligação constante na fase de concurso das propostas através de um banco de dados compartilhados, que se tornaria uma ferramenta útil para aumentar os lucros. Por último, seria importante que os empreiteiros não estivessem totalmente dependentes de subempreiteiros. Contudo, com a escassez de mão-de-obra, este é um fator de difícil alteração num futuro próximo.

CAPÍTULO VII
PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

7. PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Durante a realização deste trabalho, surgiram algumas ideias que podem ser desenvolvidas por futuros trabalhos científicos, com vista a aumentar o conhecimento nesta área da engenharia civil, onde a informação é ainda muito escassa.

A análise de um número crescente de amostras de edifícios com tipologias diversas de modo a que seja possível perceber quais as condicionantes que estes têm em comum, e quais aquelas que diferem de uns para os outros é extremamente necessária.

A realização de um inquérito a nível nacional para perceber a opinião dos trabalhadores da construção civil, devido à sua omissão na bibliografia consultada, é igualmente de suprema importância. Apesar de existirem inquéritos realizados a empreiteiros, donos de obras e projetistas, os trabalhadores que executam as obras não têm tido oportunidade de expressar a sua opinião, o que seria de extrema importância para chegar a novas conclusões sobre esta temática.

A realização de um estudo do custo de implantação de metodologia semelhante à ERP, a formação de técnicos especializados para a realização de planeamento e programas de trabalhos numa empresa de construção e se haveria um aumento dos lucros são outros itens a explorar quer tecnicamente quer socioeconomicamente.

CAPÍTULO VIII
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Publicações

- Alaghbari, W., Kadir, M. R. A., Salim, A., & Ernawati. (2007). The significant factors causing delay of building construction projects in Malaysia. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 14(2), 192–206.
<https://doi.org/10.1108/09699980710731308>
- Ansah, R. H., Sorooshian, S., & Mustafa, S. Bin. (2018). The 4Ps: A framework for evaluating construction projects delays. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 13, pp. 1222–1227. <https://doi.org/10.3923/jeasci.2018.1222.1227>
- Ansah, R. H., Sorooshian, S., Mustafa, S. Bin, & Duvvuru, G. (2016). An environmental impact framework for evaluating construction projects delays. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 764–772.
- Arditi, D., Nayak, S., & Damci, A. (2017). Effect of organizational culture on delay in construction. *International Journal of Project Management*, 35(2), 136–147.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.10.018>
- Baker, E., Fowlie, M., Lemoine, D., & Reynolds, S. S. (2013). The Economics of Solar Electricity. *Annual Review of Resource Economics*, 5(1), 387–426.
<https://doi.org/10.1146/annurev-resource-091912-151843>
- Borges, A. P. A. de A., & Petri, S. M. (2013). Indicadores de desempenho da construção civil - um pesquisa na literatura internacional Indicadores de desempenho da construção civil - um pesquisa na literatura internacional. *XX Congresso Brasileiro de Custos*, 16.
- Chaudhari, R., Prof, A., & Jain, R. (2019). *Implementation Based ERP Module for Construction Site Management*. (June), 3247–3258.
- Correia dos Reis, A. (2013). *Organização e Gestão de Obras*.
- Couto, J. (2006). Influência dos Atrasos na Competitividade da Indústria de Construção Portuguesa - Inquérito Nacional sobre o Incumprimento dos Prazos. *Encontro*

- Nacional Sobre Qualidade e Inovação Na Construção - QIC 2006*, p. p.1-8.
- Couto, J. P. (2007). *Incumprimento dos prazos na construção*. Universidade do Minho.
- Cox, R. F., Issa, R. R. A., & Ahrens, D. (2003). Management's perception of key performance indicators for construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(2), 142–151. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2003\)129:2\(142\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2003)129:2(142))
- Dudgikar, A., Kumthekar, E., & Khot, E. (2012). Development of ERP Module for Quality Management in Construction Industry. *International Journal of ...*, (August), 29–40. Retrieved from [http://www.iairs.org/IJEC_PAPERS/PAGE 29 TO 40.pdf](http://www.iairs.org/IJEC_PAPERS/PAGE%2029%20TO%2040.pdf)
- FEPICOP. (2019). *Vendas no mercado Imobiliário recuperam para valores anteriores à crise internacional* (pp. 4–5). pp. 4–5.
- Gavali, A., & Halder, S. (2019). Identifying critical success factors of ERP in the construction industry. *Asian Journal of Civil Engineering*, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s42107-019-00192-4>
- Gebrehiwet, T., & Luo, H. (2017). Analysis of Delay Impact on Construction Project Based on RII and Correlation Coefficient: Empirical Study. In *Procedia Engineering* (Vol. 196). <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.212>
- Gilchrist, A., & Allouche, E. N. (2005). Quantification of social costs associated with construction projects: State-of-the-art review. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 20(1), 89–104. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2004.04.003>
- Gluszak, M., & Leśniak, A. (2015). Construction Delays in Clients Opinion - Multivariate Statistical Analysis. *Procedia Engineering*, 123, 182–189. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.075>
- Hamzah, N., Khoiry, M. A., Arshad, I., Tawil, N. M., & Che Ani, A. I. (2011). Cause of construction delay - Theoretical framework. *Procedia Engineering*, 20(Kpkt 2010), 490–495. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.192>
- Hanna, A. S., & Sullivan, K. T. (2004). Impact of overtime on construction labor productivity. *Cost Engineering (Morgantown, West Virginia)*, 46(4), 20–27.
- Harris, F., & McCaffer, R. (2013). *Modern Construction Management*. 17.

- Hoseini, L. (2013). *Advantages and Disadvantages of Adopting ERP Systems Served as SaaS from the Perspective of SaaS Users*.
- Householder, J. L., & Rutland, H. E. (2002). *Who owns the past? rapanui points of view*. 16(May), 5–9.
- III Semana da Reabilitação Urbana. (2016). *VIDAIMOBILIÁRIA*.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Keane, P. J., & Caletka, A. F. (2015). Delay Analysis in Construction Contracts. In *Construction*.
- Lu, M., & Li, H. (2003). Resource-activity critical-path method for construction planning. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(4), 412–420.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2003\)129:4\(412\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2003)129:4(412))
- Majid Abd. (1997). *NON-EXCUSABLE DELAYS IN CONSTRUCTION A Doctoral Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for*. Retrieved from
<https://dspace.lboro.ac.uk/>
- Majid, I. A. (2006). *Causes and Effect of Delays in Aceh Construction Industry*.
- Marr, B. (2012). *Key Performance Indicators*.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Moullin, M. (2007). Performance measurement definitions: Linking performance measurement and organisational excellence. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 20(3), 181–183. <https://doi.org/10.1108/09526860710743327>
- Negahban, S. (2008). *Utilization of Enterprise Resource Planning Tools by Small to Medium Size Construction Organizations: A Decision-Making Model*.
- Parmenter. (2015). *Key Performance Indicators*.
- Ribeiro, C. (2013). *Organização e Gestão de Obras*.
- Shehu, Z., Endut, I. R., Akintoye, A., & Holt, G. D. (2014). Cost overrun in the Malaysian construction industry projects: A deeper insight. *International Journal of Project Management*, 32(8), 1471–1480. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.04.004>
- Silva Junior, R. F. da, & Dasilva, M. G. (2014). Revista ESPACIOS | Vol. 35 (Nº 11) Año 2014. 11. Retrieved from

<https://www.revistaespacios.com/a14v35n11/14351119.html>

Sorooshian, S. (2014). Delay-based reliability analysis on construction projects. *Life Science Journal*, 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2013.06.007>

Thomas, H. R., & Kramer, D. F. (1988). *The Manual of Construction Productivity Measurement and Performance Evaluation*.

Vlachová, K. (2019). Lost in transition, found in recession? Satisfaction with democracy in Central Europe before and after economic crises. *Communist and Post-Communist Studies*, 52(3), 227–234. <https://doi.org/10.1016/j.postcomstud.2019.07.007>

Yates, J. K. (1993). *reference data to determine project delays and the program was generated using a simplified programming language . Based on the success of the pro- totype program , further research was conducted to quantify additional causes of project delays and to capt* (Vol. 119).

Consultas WEB

<https://www.grupo-sanjose.com/pt/construccion.php> [Consultado em janeiro 2020]

<https://support.office.com/pt-pt/article/ligar-tarefas-num-projeto-31b918ce-4b71-475c-9d6b-0ee501b4be57> [Consultado em março 2020]

<https://www.spss-tutorials.com/spss-what-is-it/> [Consultado em abril 2020]

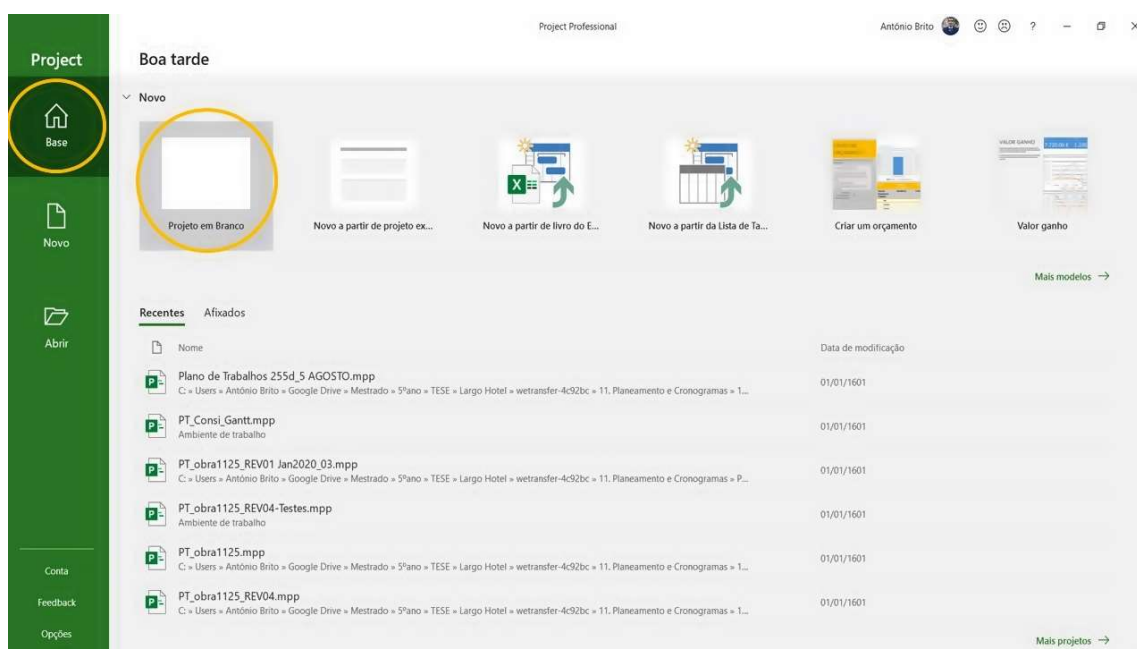
ANEXOS

ANEXOS

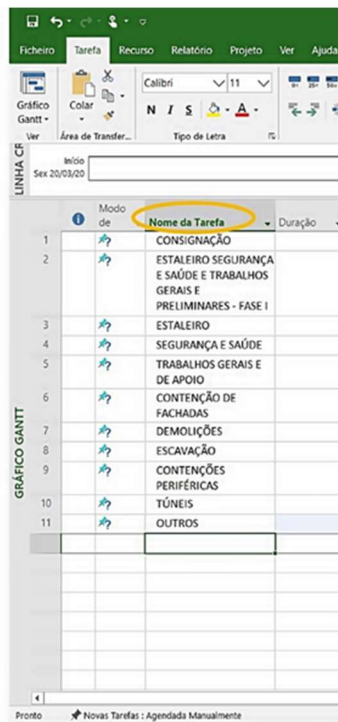
A-Tutorial *Microsoft Project* 2019

Neste tutorial será explicado as etapas necessárias para configurar uma linha do tempo, adicionar e agendar tarefas, adicionar recursos, custos, configurar dependências, gerar relatórios, acompanhar o progresso e como imprimir o projeto.

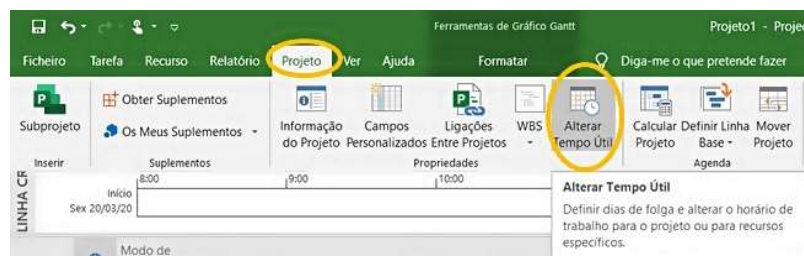
- 1) Ao abrir o software existe a possibilidade de começar um projeto em branco ou de abrir um documento já existente para realizar alguma alteração. Neste caso será aberto um novo documento. Para isso selecione “Projeto em Branco”.



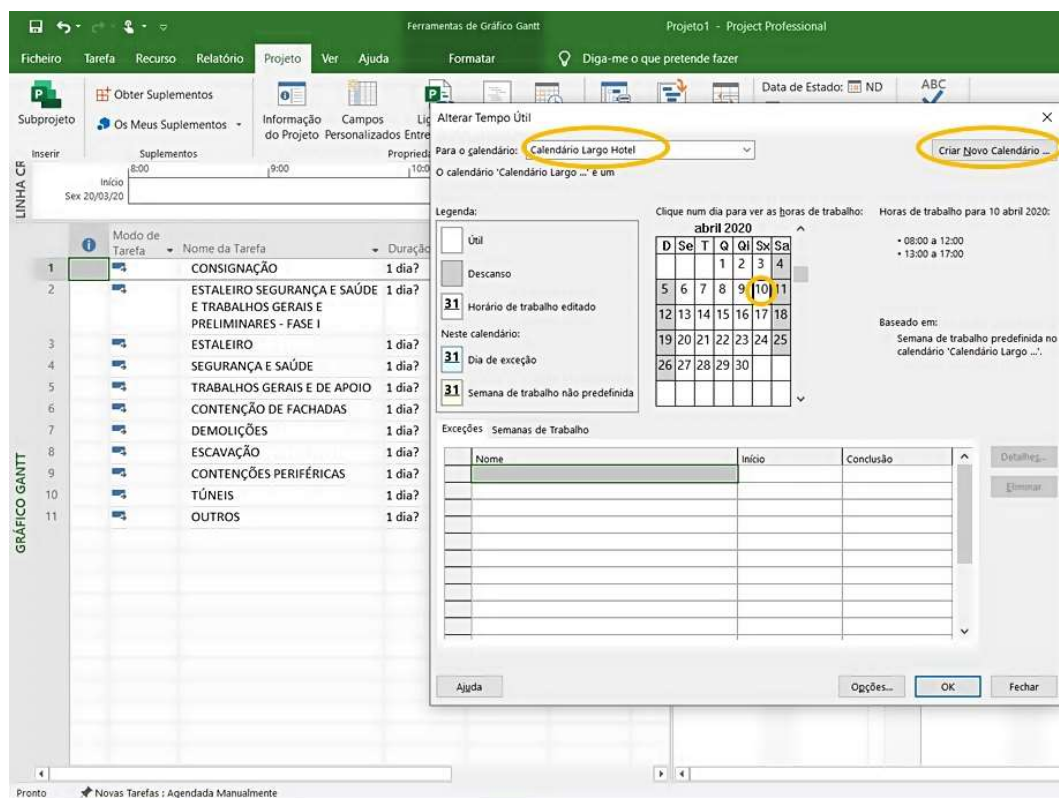
- 2) É necessário criar uma lista de tarefas. Ao criar a lista é importante, priorizar a ordem em que as tarefas precisam de ser concluídas. Na coluna “Nome de Tarefa” insira as diversas tarefas.
- 3) Na coluna “Modo de Tarefa”, insira agendada automaticamente para cada uma das células das respetivas tarefas.



- 4) Os calendários são os principais meios para controlar as tarefas. Por isso é importante definir os dias úteis e o horário dos trabalhadores em obra. Para isso no menu do *Microsoft Project* selecione “Projeto” e posteriormente “Alterar Tempo Útil”.



- 5) Criar um calendário com um novo nome, neste caso defini como “Calendário Largo Hotel”. Posteriormente identificar os feriados existentes nos meses de execução da obra.



Por exemplo, dia 10 de abril é um feriado que por ser uma sexta feira está definido como um dia de trabalho, portanto, é necessário alterar para dia de descanso. Para isso, nas “Exceções” deve-se definir esse dia. Outro feriado existente neste mesmo mês é o dia 25, contudo como é a um sábado não necessita de ser colocado na lista de exceções porque normalmente considera-se esse dia da semana como descanso.

Alterar Tempo Útil

Para o calendário: Calendário Largo Hotel Criar Novo Calendário ...

O calendário 'Calendário Largo ...' é um

Legenda:

- Útil
- Descanso
- 31 Horário de trabalho editado

Neste calendário:

- 31 Dia de exceção
- 31 Semana de trabalho não predefinida

Clique num dia para ver as horas de trabalho: 10 abril 2020 é um dia de descanso.

abril 2020

D	Se	T	Q	Q	Sx	Sa
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Baseado em:
Exceção 'sexta-feira santa' no calendário 'Calendário Largo ...'.

Exceções Semanas de Trabalho

	Nome	Início	Conclusão
1	sexta-feira santa	10/04/2020	10/04/2020

Ajuda Ogções... OK Fechar

Detalhes...
Eliminar

As horas de trabalho predefinidas no *software* são das 08:00h às 12:00h e das 13:00h às 17:00h, que geralmente é o horário na construção civil. Contudo é possível alterar, caso a obra esteja atrasada e seja necessário realizar mais horas por dia, tendo em consideração a legislação em vigor.

- 6) Para alterar o horário dos trabalhadores deve-se clicar em “Semanas de Trabalho”, “Detalhes”, seleccionar os dias úteis da semana e definir o horário.

Alterar Tempo Útil

Para o calendário: Calendário Largo Hotel Criar Novo Calendário ...

O calendário 'Calendário Largo ...' é um

Legenda:

- Útil
- Descanso
- 31 Horário de trabalho editado

Neste calendário:

- 31 Dia de exceção
- 31 Semana de trabalho não predefinida

Clique num dia para ver as horas de trabalho:

fevereiro 2020

D	Se	T	Q	Qi	Sx	Sa
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29

Horas de trabalho para 17 fevereiro 2020:

- 08:00 a 12:00
- 13:00 a 17:00

Baseado em:

Semana de trabalho predefinida no calendário 'Calendário Largo ...'.

Exceções **Semanas de Trabalho**

	Nome	Início	Conclusão
1	[Predefinido]	ND	ND

Detalhes...

Eliminar

Ajuda Opções... OK Cancelar

Detalhes para '[Predefinido]'

Definir tempo útil para esta semana de trabalho

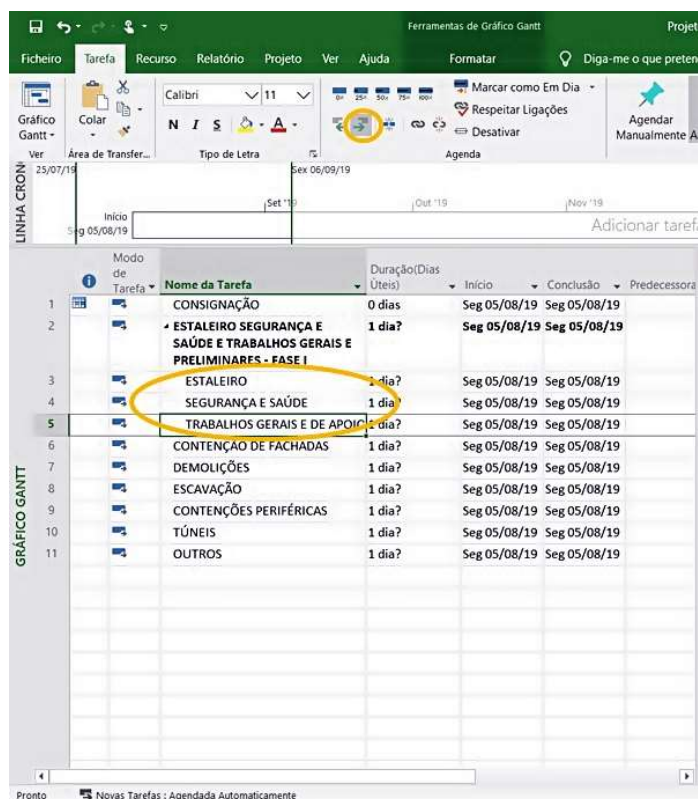
Selecionar dia(s):

- ☐ Utilizar as horas predefinidas do Project para estes dias.
- ☐ Definir dias para tempo de descanso.
- ☒ Definir dia(s) para estas horas de trabalho específicas:

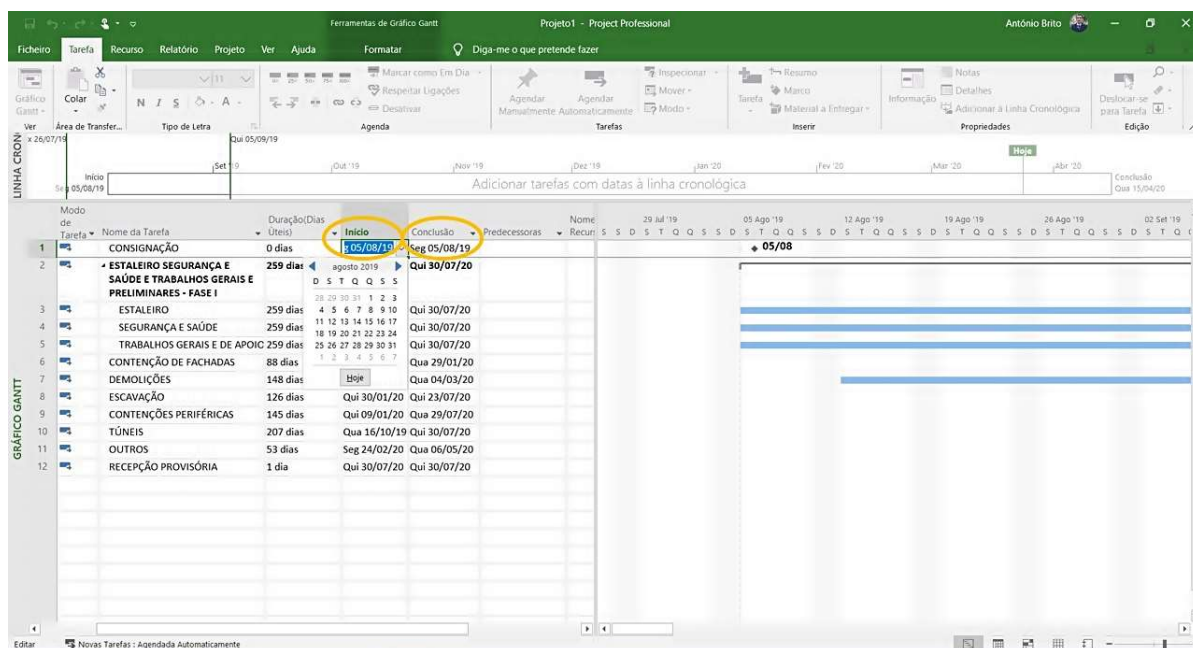
	De	Para
1	08:00	12:00
2	13:00	18:00

Ajuda OK Cancelar

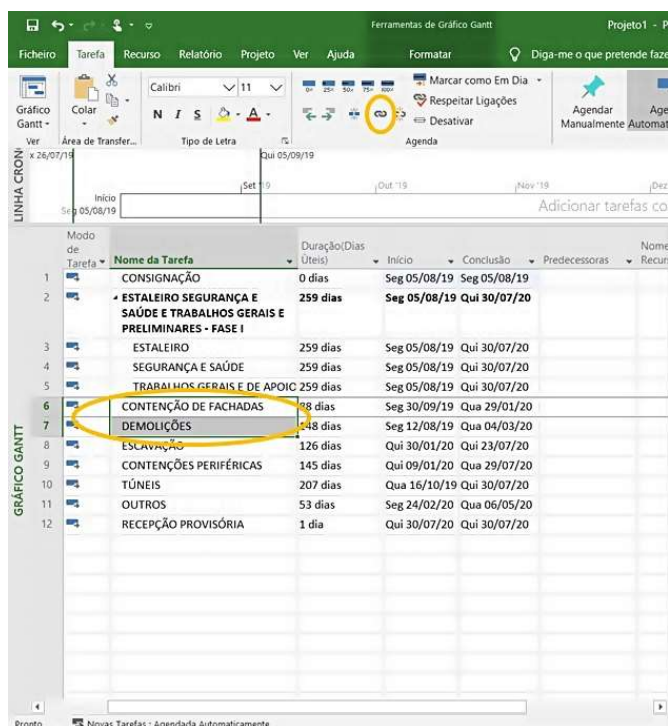
7) Transformar tarefas em subtarefas.



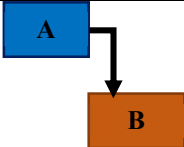
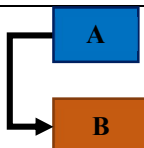
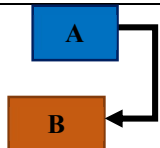
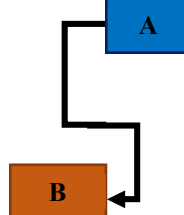
- 8) Adicione datas de início e conclusão a cada tarefa. Para inserir data de início e conclusão, clique na célula da coluna “Início” e “Conclusão”. Se clicar na seta da célula, um calendário será exibido e poderá ser usado para seleccionar a data início e conclusão da tarefa. A *Microsoft* irá automaticamente assumir o tempo necessário para concluir a tarefa. Posteriormente os gráficos de barras serão adicionados à linha de tempo no painel do lado direito.



- 9) Para ligar tarefas no *Project* deve-se selecionar as tarefas e clicar no ícone ligar as tarefas selecionadas. Contudo, o tipo de predefinição é de conclusão para início não funciona em todas as situações. No tópico seguinte irá analisar-se os tipos de ligações possíveis.

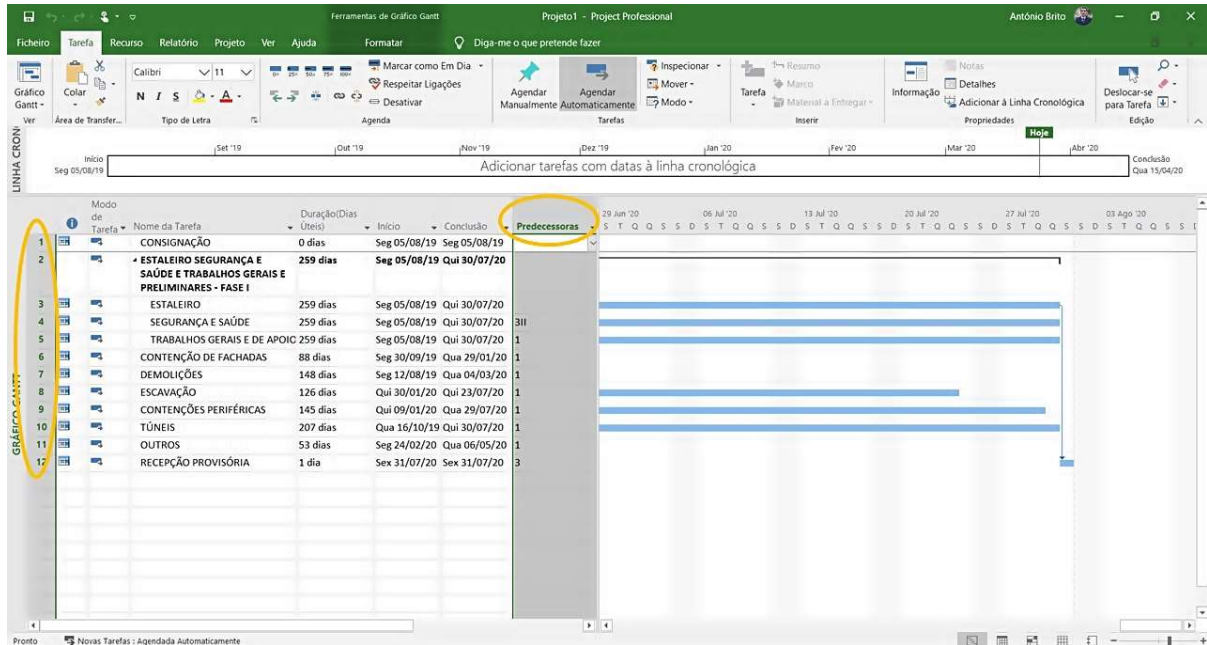


10) Tipos de ligações existentes no *Project*.

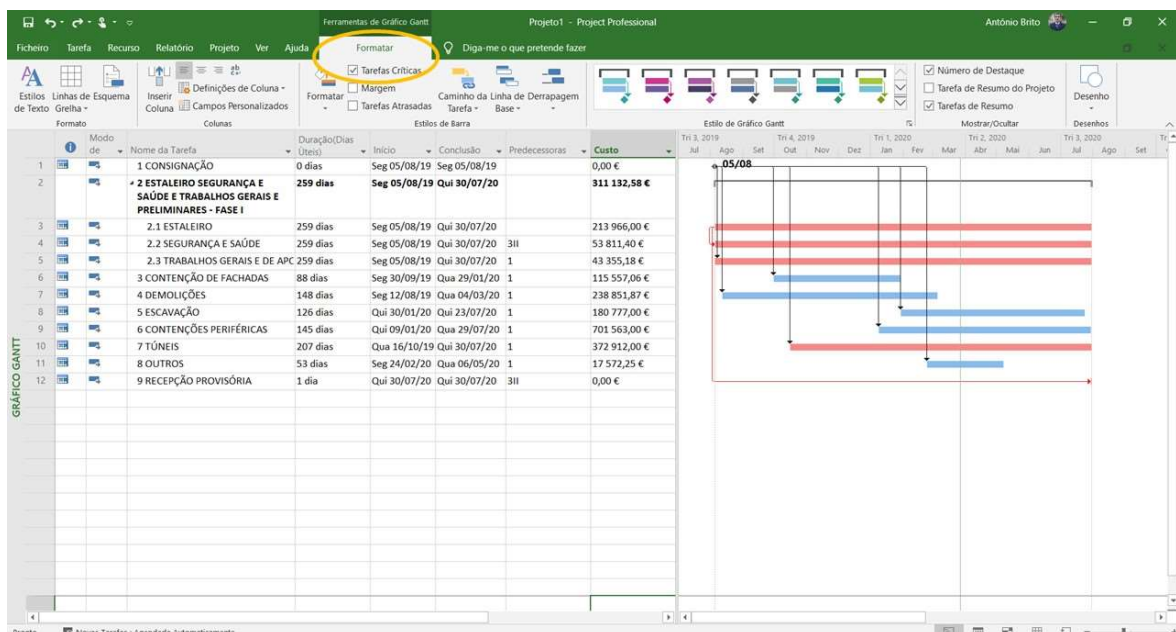
Tipo de Ligação	Exemplo	Descrição
De conclusão para início (CI)		<p>A tarefa dependente (B) não pode ser iniciada até a tarefa da qual depende (A) estar concluída.</p> <p>Por exemplo, se tiver duas tarefas, “Escavar Alicerces” e “Deitar Betão” não pode ser iniciada até concluir a tarefa “Escavar Alicerces”.</p>
De início para início (II)		<p>A tarefa dependente (B) não pode ser iniciada até a tarefa da qual depende (A) ser iniciada.</p> <p>A tarefa dependente pode ser iniciada a qualquer momento após a tarefa da qual depende ser iniciada. O tipo de ligação II não necessita que ambas as tarefas sejam iniciadas ao mesmo tempo.</p> <p>Por exemplo, se existirem duas tarefas, “Deitar Betão” e “Alisar o Betão” a tarefa “Alisar o Betão” não pode ser iniciada até a tarefa “Deitar Betão” ser iniciada.</p>
De conclusão para conclusão (CC)		<p>A tarefa dependente (B) não pode ser concluída até a tarefa da qual depende (A) ser iniciada.</p> <p>A tarefa dependente pode ser concluída a qualquer momento após a tarefa da qual depende ser concluída. O tipo de ligação CC não necessita que ambas as tarefas sejam concluídas ao mesmo tempo.</p> <p>Por exemplo, a tarefa que requer um equipamento específico deve terminar quando o aluguer do equipamento terminar.</p>
De início para conclusão (IC)		<p>A tarefa dependente (B) não pode ser concluída até a tarefa da qual depende (A) ser iniciada.</p> <p>A tarefa dependente pode ser concluída a qualquer momento após a tarefa da qual depende ser iniciada. O tipo de ligação IC não necessita que a tarefa dependente seja concluída em simultâneo com o início da tarefa da qual depende.</p> <p>Por exemplo, a estrutura de um telhado e a colocação de telha. A tarefa colocação de telha não pode ser concluída até a estrutura estar concluída.</p>

Fonte: <https://support.office.com/pt-pt/article/ligar-tarefas-num-projeto-31b918ce-4b71-475c-9d6b-0ec501b4be57>

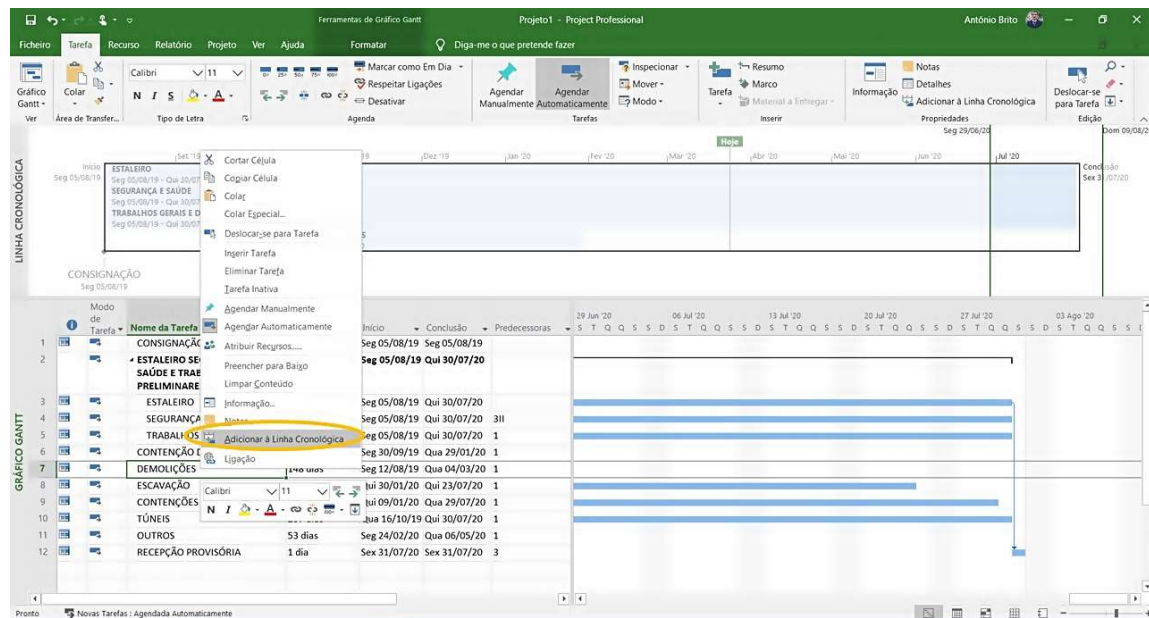
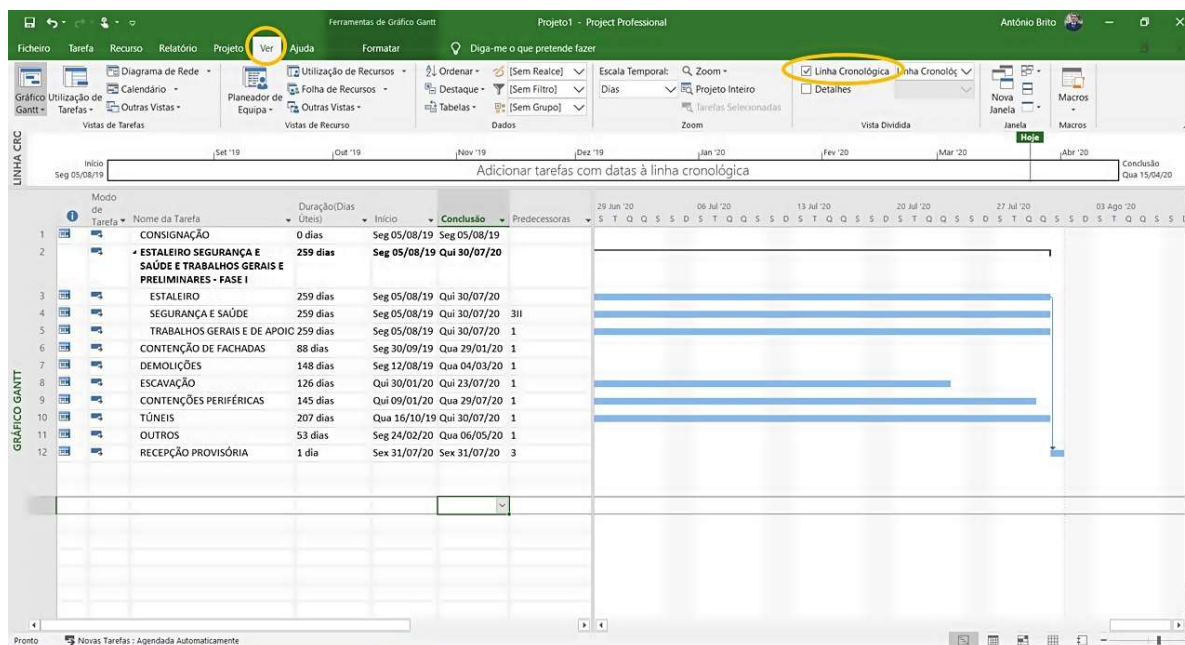
- 11) Vincular tarefas para criar dependências. Para isso na coluna “Predecessoras” inserir o número da coluna à esquerda e com o tipo de ligação mais adequado para a realização da tarefa.

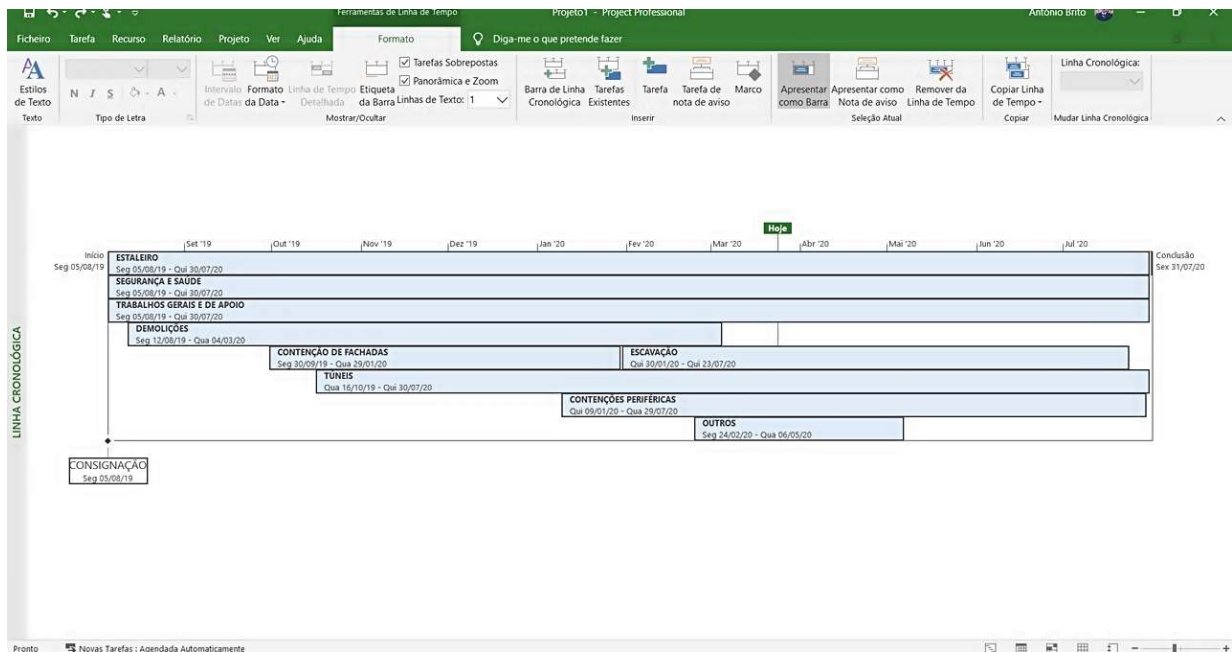


- 12) Adicionar o caminho crítico. Para isso no menu selecione “Formatar” e selecione “Tarefas Críticas”.

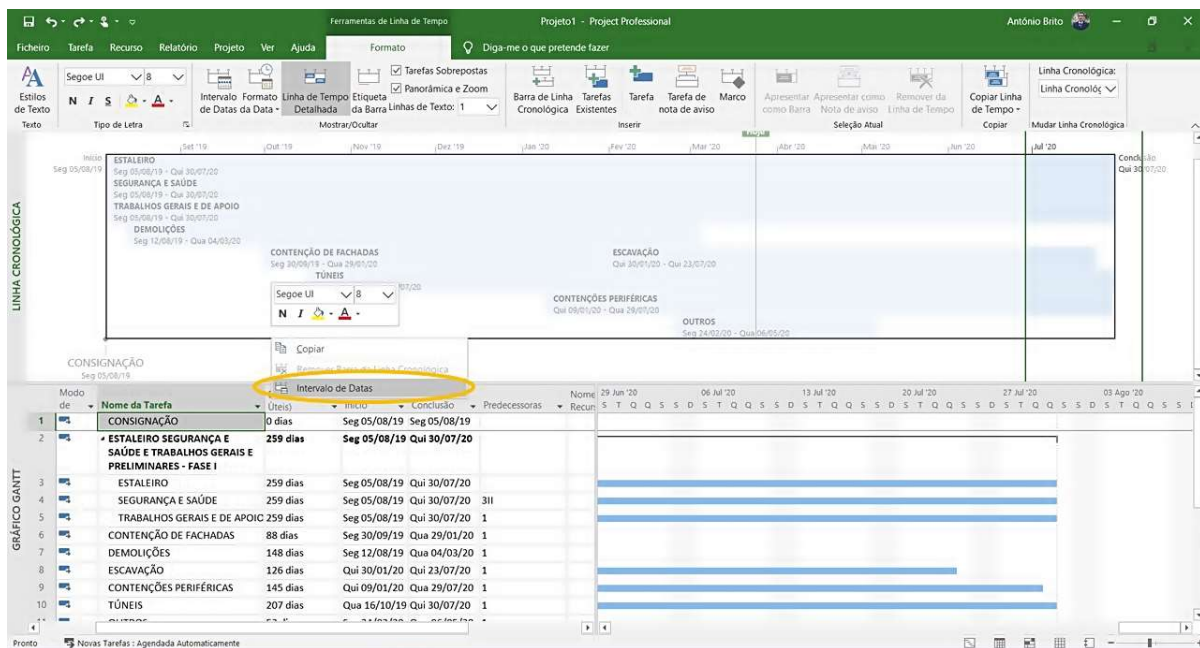


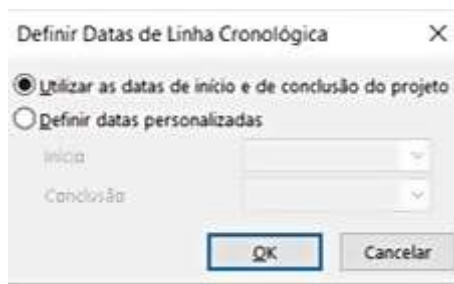
- 13) Adicionar tarefas à linha cronológica. Para aparecer no documento a linha cronológica deve clicar em “Ver” e em “Linha Cronológica”. De seguida, clique com o botão direito do *mouse* numa célula “Tarefa”, escolha “Adicionar à Linha Cronológica” na lista e clique nela para adicionar a tarefa à linha cronológica





- 14) Definir a data de início e conclusão do projeto na linha cronológica. No gráfico de barras da linha cronológica clicar no botão direito do *mouse*, selecionar “Definir Datas de Linha Cronológica” e “Utilizar as datas de início e conclusão do projeto”.





Agora que a estrutura básica do projeto está finalizada, posso adicionar os recursos necessários para realizar o trabalho. O termo “recursos” geralmente refere-se a pessoas, materiais e custos

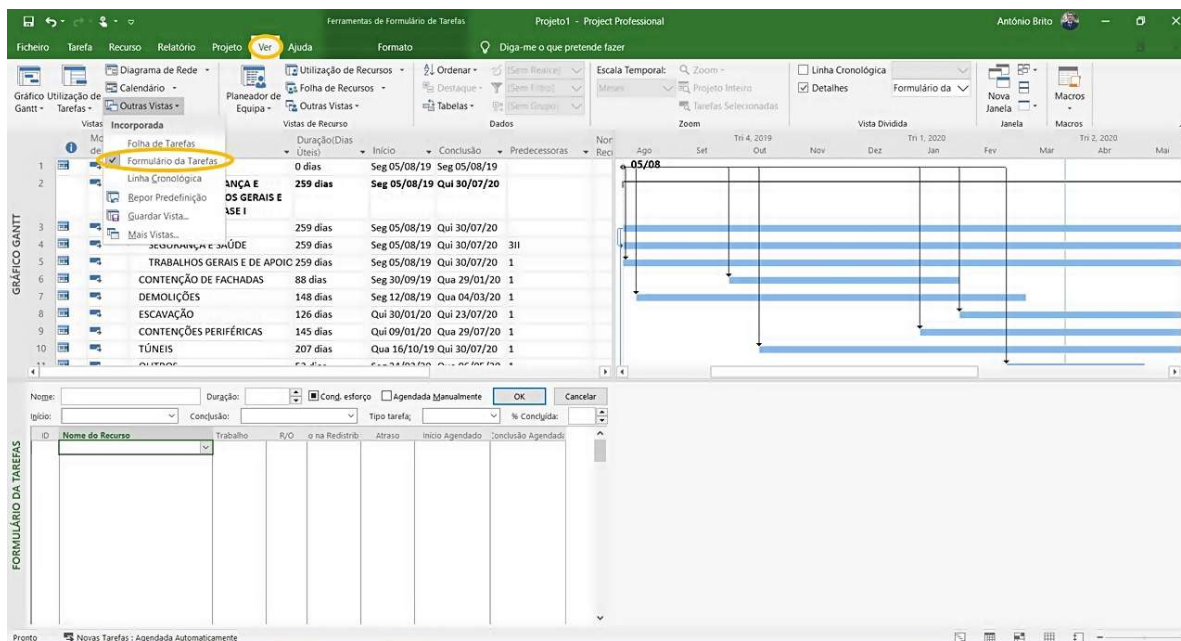
- 15) Abrir a folha de recursos. No menu seleccionar “Ver” clique em “Folha de Recursos”. De seguida deve-se adicionar os recursos na folha.



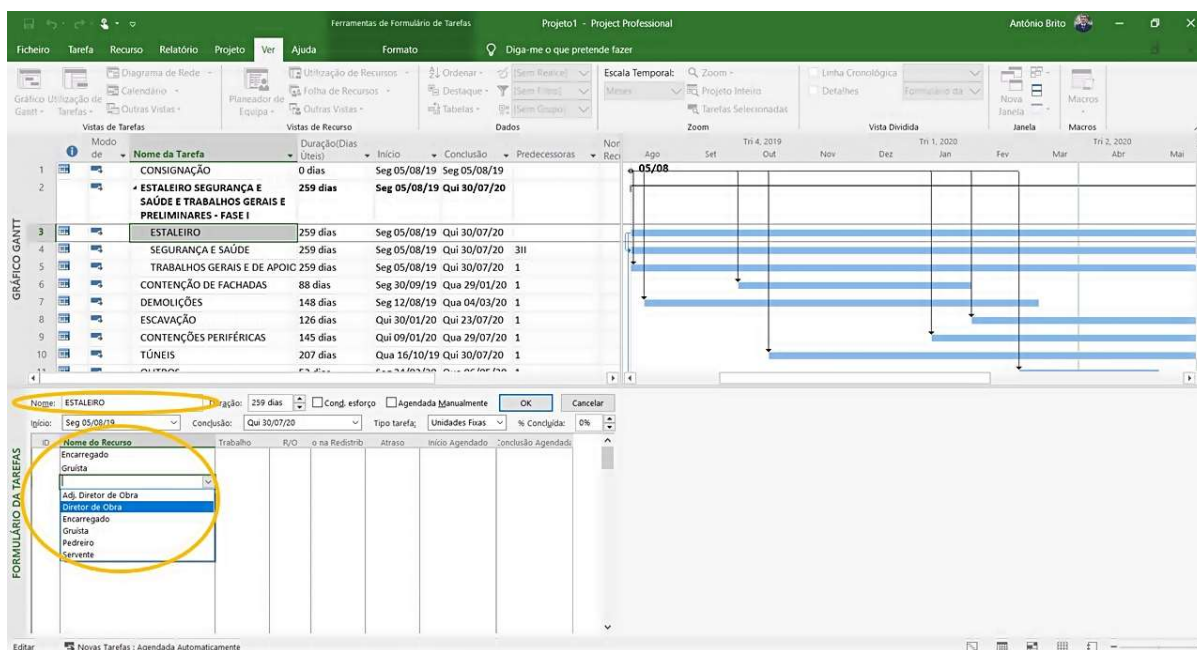
Ferramentas de Folha de Recursos												
Projeto1 - Project Professional												
Ficheiro Tarefa Recurso Relatório Projeto Ver Ajuda Formato												
Diga-me o que pretende fazer												
Formato												
Linhas de Texto Grelha												
Inserir Coluna Definições de Coluna Campos Personalizados												
Colunas												
	Nome do Recurso	Tipo	Rótulo Material	Iniciais	Grupo	Unidade Máx.	Taxa Normal	Taxa Trab. Ext.	Custo/Utilizar	Imputar Em	Calendário Base	Código
1	Diretor de Obra	Trabalho		DO		100%	25,00 €/hr	0,00 €/hr	0,00 € Rateado		Calendário Largo	
2	Adj. Diretor de Obra	Trabalho		ADO		100%	20,00 €/hr	0,00 €/hr	0,00 € Rateado		Calendário Largo	
3	Coordenador de Obra	Trabalho		CO		25%	30,00 €/hr	0,00 €/hr	0,00 € Rateado		Calendário Largo	
4	Consultor	Trabalho		C		100%	35,00 €/hr	0,00 €/hr	0,00 € Rateado		Calendário Largo	
5	Encarregado	Trabalho		E		100%	20,00 €/hr	0,00 €/hr	0,00 € Rateado		Calendário Largo	
6	Gruista	Trabalho		G		100%	15,00 €/hr	0,00 €/hr	0,00 € Rateado		Calendário Largo	
7	Pedreiro	Trabalho		P		400%	12,50 €/hr	0,00 €/hr	0,00 € Rateado		Calendário Largo	
8	Servente	Trabalho		S		200%	7,50 €/hr	0,00 €/hr	0,00 € Rateado		Calendário Largo	

A “Unidade Máxima” representa a quantidade de recursos. Por exemplo, digitar 200% representa 2 recursos ou 50% significa que os recursos só têm disponibilidade para meio período.

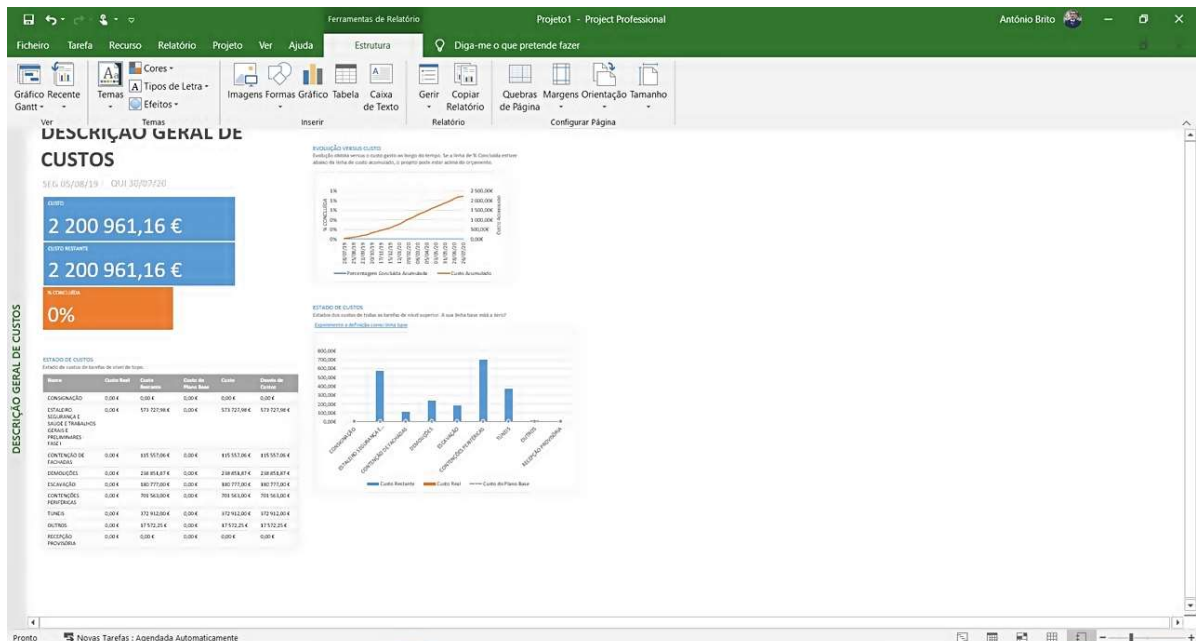
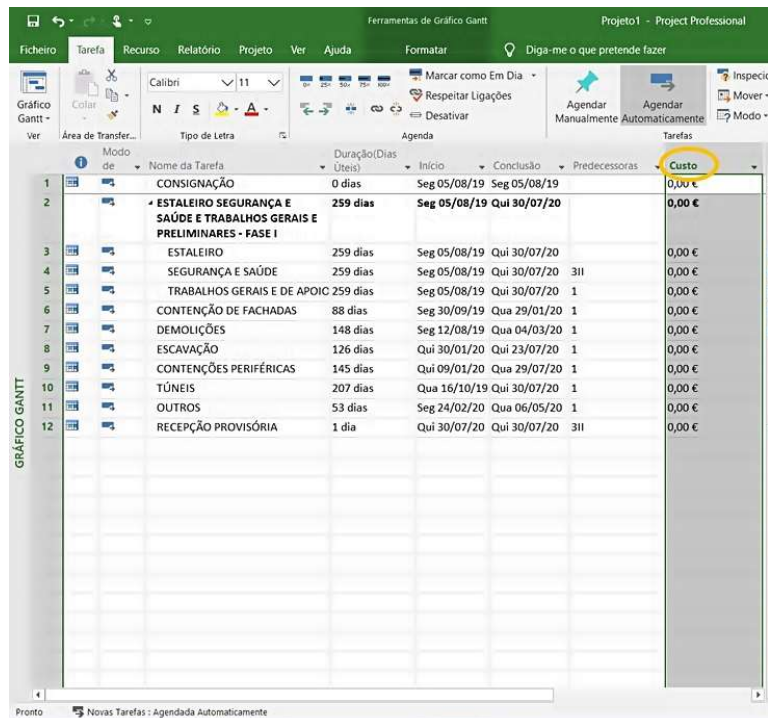
- 16) Atribuir tarefas no *Microsoft Project*, para isso é necessário abrir o gráfico de *Gantt*. No menu seleccionar “Ver”, “Outras Vistas” e “Formulário de Tarefas”. Caso no menu “Ver” não esteja ativado os “Detalhes” é necessário ativá-los.



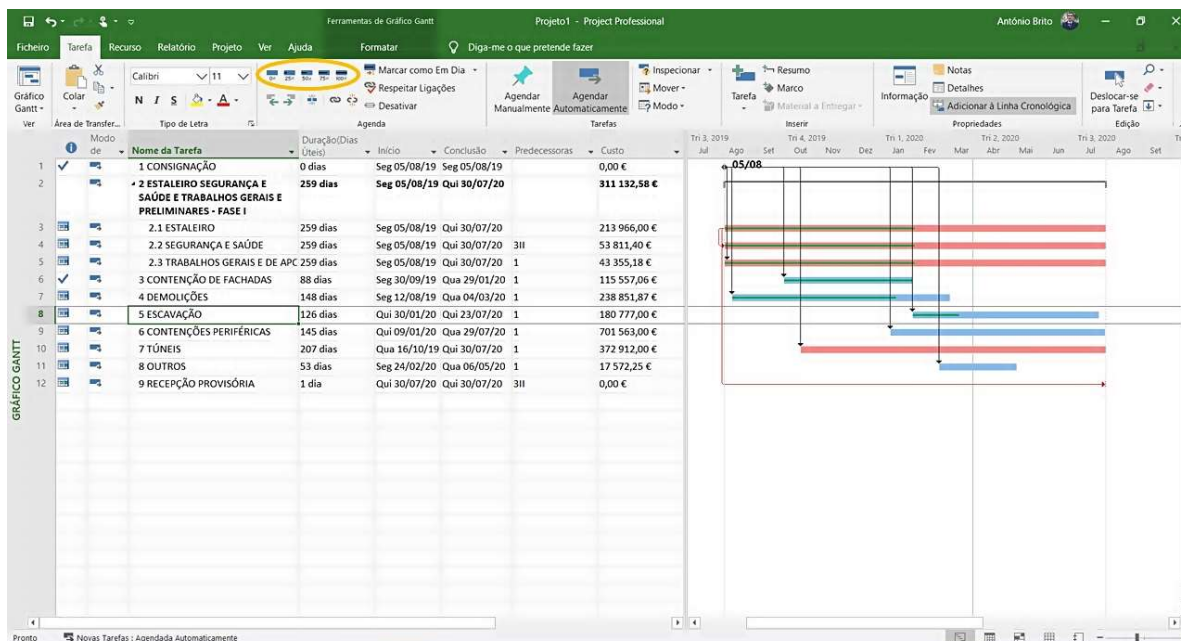
- 17) Selecionar a tarefa a ser atribuída, clique numa tarefa na visualização do gráfico de Gantt e ele aparecerá na secção “Nome do Recursos” e escolhe um recurso.



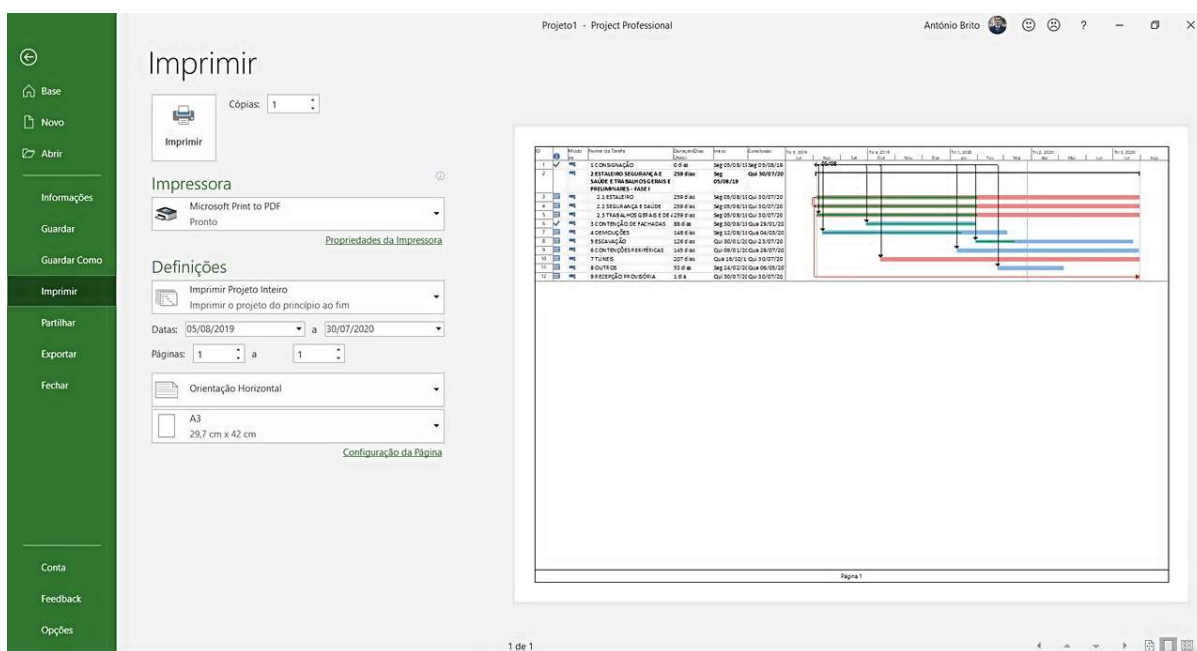
- 18) Gerar um relatório de custos. Depois de inserir as informações de tempo e recursos o *Project* pode ser usado para executar um relatório de visão geral de custos. Para isso adicione a coluna “Custo”, e inserir os valores orçamentados para cada uma das tarefas. Posteriormente, selecione um dos relatórios de custos.



19) Acompanhar o progresso da obra. Com o *Project* é possível acompanhar o progresso dos trabalhos e consequentemente perceber se as tarefas são realizadas dentro dos prazos estabelecidos. Para isso clique na tarefa e selecione a percentagem (0%,25%,50%,75% e 100%) que corresponde ao progresso da mesma. Posteriormente verá uma linha traçada através da barra correspondente no gráfico de *Gantt* que significa quanto da tarefa está concluída.



20) Imprimir o programa de trabalhos. Para isso seleccionar no menu “Ficheiro” e “Imprimir”. Usualmente, as columnas impressas são o nome da tarefa, a duração, o início e a conclusão.



B-Programa de Trabalhos

